La inteligibilidad de la naturaleza

MARIANO ARTIGAS

EUNSA

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del «Copyright», bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

© Copyright 1992. Mariano Artigas
Ediciones Universidad de Navarra, S. A. (EUNSA)
Plaza de los Sauces, 1 y 2. Barañáin-Pamplona (España)

ISBN: 84-313-1185-1
Depósito legal: NA 733-1992

Composición: Adolfo Castaño de León

Imprime: EUROGRAF, S. L. Tras. Ochoa de Alda, s/n. Pamplona

Printed in Spain – Impreso en España

MARIANO ARTIGAS

LA INTELIGIBILIDAD DE LA NATURALEZA

EDICIONES UNIVERSIDAD DE NAVARRA, S.A.
PAMPLONA

ÍNDICE GENERAL

Página

INTRODUCCIÓN 15

CAPÍTULO I
LA ACTIVIDAD DE LA NATURALEZA

1. EL DINAMISMO NATURAL 23
   1.1. El dinamismo en la experiencia ordinaria 25
   1.2. El dinamismo natural ante las ciencias 26
   1.3. La materia inerte 29
   1.4. El alcance del dinamismo natural 31

2. PAUTAS ESTRUCTURALES 35
   2.1. La estructuración en la experiencia ordinaria ... 37
   2.2. La estructuración ante las ciencias 39
   2.3. Pautas y estructuras 44
   2.4. El alcance de la estructuración 46

3. EL CONCEPTO DE NATURALEZA 48
   3.1. El entrelazamiento del dinamismo y la estructuración 48
   3.2. Caracterización de la naturaleza 51
   3.3. Lo natural, lo artificial y lo racional 55
   3.4. Propiedades de lo natural 60
   3.5. El conocimiento de lo originario 66

4. CUATRO PERSPECTIVAS ACERCA DE LA NATURALEZA 67
   4.1. La perspectiva aristotélica 68
   4.2. El mecanicismo 74

4.3. Dinamismo y energetismo 77
4.4. El concepto de naturaleza ante la epistemología 82

CAPÍTULO II
LOS PROCESOS NATURALES

1. LA PERSPECTIVA ANALÍTICA..... 88
1.1. El enfoque analítico en las ciencias 88
1.2. La estratificación del mundo natural..... 90
1.3. Interacciones y equilibrios..... 94
1.4. Alcance de la perspectiva analítica 97

2. LA PERSPECTIVA SINTÉTICA 98
2.1. La morfogénesis 99
2.2. Teorías morfogenéticas 105
2.3. La replicación 115
2.4. Holismo, direccionalidad y cooperatividad..... 117

3. LA CONSTRUCCIÓN DE LA NATURALEZA..... 121
3.1. Cuatro tipos de procesos naturales 121
3.2. Pautas informacionales..... 123
3.3. La modelización..... 128
3.4. El despliegue de la información..... 133
3.5. La auto-organización de la materia..... 136

4. LA EXPLICACIÓN DE LOS PROCESOS NATURALES ... 141
4.1. La actualización de potencialidades..... 142
4.2. El devenir ante la perspectiva científica 146
4.3. Categorías dimensionales y cosmológicas..... 150

CAPÍTULO III
LAS ENTIDADES NATURALES

1. ENTIDADES Y SISTEMAS 161
   1.1. La teoría de sistemas 162
   1.2. Tipos de entidades naturales 166
   1.3. Los sistemas centrales 168
   1.4 Los elementos 177
   1.5. Los sistemas secundarios 178

2. LA SUBSTANCIALIDAD 183
   2.1. Substancia, esencia y ser 184
   2.2. Substancia, materia y extensión 187
   2.3. La substancia como categoría mental 190
   2.4. La substancialización del devenir 191
   2.5. Substancia, actividad y procesualismo 193
   2.6. Substancialidad y persistencia 196
   2.7. Características de las substancias 199

3. EL SISTEMA DE LA NATURALEZA 205
   3.1. Niveles epistemológicos y ontológicos 205
   3.2. La estratificación de la naturaleza 208
   3.3. La unidad de la naturaleza 211
   3.4. Organicismo, mecanicismo y procesualismo ... 213
   3.5. La direccionalidad 218
   3.6. El problema de los orígenes 223
   3.7. La singularidad de la naturaleza. 226

CAPÍTULO IV

EL ORDEN NATURAL

1. EL CONCEPTO DE ORDEN 231
   1.1. La definición del orden 232
   1.2. Dimensiones del orden 233
   1.3. Tipos de orden 236

2. EL ORDEN EN LAS CIENCIAS 239
   2.1. Ciencia experimental y conocimiento ordinario 239
   2.2. Modalidades del orden en las ciencias 241
   2.3. Las relaciones funcionales 244
   2.4. Los parámetros 246
   2.5. Los principios de simetría y de conservación .. 253
   2.6. El concepto de entropía 256
   2.7. Las teorías acerca de la auto-organización 261
   2.8. El orden natural ante las ciencias 263

3. CARACTERÍSTICAS DEL ORDEN NATURAL 264
   3.1. Factores aleatorios en el orden natural 265
   3.2. Orden y selectividad 271
   3.3. La singularidad del orden natural 279
   3.4. Orden y jerarquía en la naturaleza 284

4. LA EXPLICACIÓN DEL ORDEN NATURAL 286
   4.1. La explicación del orden según los presocráticos 286
   4.2. Orden y causalidad en la filosofía aristotélica .. 293
   4.3. Orden y leyes 295
   4.4. La explicación evolucionista del orden 298
   4.5. Orden, auto-organización e información 301

CAPÍTULO V

LA INTELIGIBILIDAD DE LA NATURALEZA

1. TIPOS DE INTELIGIBILIDAD 305
   1.1. El problema de la inteligibilidad 306
   1.2. La inteligibilidad en las ciencias 308
   1.3. La inteligibilidad bajo la perspectiva filosófica 318

2. LAS DIMENSIONES ONTOLÓGICAS DE LA NATURALEZA 321
   2.1. Dimensiones ontológicas 321
   2.2. Dimensiones metafísicas 324
   2.3. La cosmovisión y la perspectiva filosófica 329
   2.4. La verdad ontológica 334

3. EL SER DE LA NATURALEZA 335
   3.1. El modo de ser de las entidades naturales 336
   3.2. Potencialidades y tendencias 345
   3.3. Dinamismo y direccionalidad 352
   3.4. La necesidad de la naturaleza 361
   3.5. Ser, unidad y necesidad 369

CAPÍTULO VI

NATURALEZA Y TRASCENDENCIA

1. CIENCIA Y TRASCENDENCIA 376
   1.1. El desfase metodológico 376
   1.2. Cuestiones fronterizas 380
   1.3. Solapamientos parciales 385
   1.4. La búsqueda de la integración 388

2. LA EXPLICACIÓN TELEOLÓGICA DE LA NATURALEZA 389
2.1. El argumento teleológico 390
2.2. Necesidad, azar y finalidad 395
2.3. La actuación de la finalidad 400
2.4. El argumento teleológico ante la cosmovisión actual 404
2.5. La finalidad cooperativa 407
2.6. Teleología y leyes naturales 410
2.7. La teleología, el mal y el bien 415

3. LA FUNDAMENTACIÓN RADICAL DE LA NATURALEZA 419
3.1. Panorama histórico 419
3.2. El naturalismo 425
3.3. Inteligencia inconsciente 437
3.4. La autonomía de la naturaleza 440

CAPÍTULO VII
LA NATURALEZA Y EL HOMBRE

1. LA SINGULARIDAD HUMANA 448
1.1. Características de la persona humana 448
1.2. Materialidad, inmaterialidad y espiritualidad ... 451
1.3. La espiritualidad humana 460
1.4. Creatividad científica y singularidad humana... 464

2. CIENCIA Y PERSONA HUMANA 467
2.1. El origen del hombre 467
2.2. Inteligencia artificial 474
2.3. La ciencia y la imagen del hombre 481

3. TRES EXPLICACIONES DEL HOMBRE 483
3.1. El materialismo emergentista 483
3.2. El dualismo interaccionista 489
3.3. El hilemorfismo 495

4. EL PUESTO DEL HOMBRE EN EL COSMOS 501

BIBLIOGRAFÍA 505
ÍNDICE DE AUTORES 519
ÍNDICE DE MATERIAS 523

INTRODUCCIÓN

La naturaleza se nos presenta como un conjunto de entidades que tienen una consistencia propia: su ser y su actividad no dependen de nuestra voluntad. Podemos intervenir en sus procesos, pero no podemos crearla ni modificarla a nuestro antojo. Se nos manifiesta como un dato irreductible, como algo dado que podemos admirar, conocer, dominar, pero nunca alterar en sus aspectos fundamentales. Posee, además, un orden que llega a resultar asombroso cuando se considera su variedad y su organización. Estas características proporcionan a la ciencia natural unos supuestos básicos que resultan retro-justificados, ampliados y precisados por el progreso científico. Y la reflexión sobre ellas es la tarea propia de la filosofía de la naturaleza.

La consolidación de la ciencia experimental a partir del siglo XVII significó el triunfo de una perspectiva analítica que descompone la naturaleza en aspectos particulares que, además, se estudian de acuerdo con modelos ideales y recurriendo a construcciones convencionales; sólo así es posible combinar el estudio matemático y la experimentación. El desarrollo de la física, la química, la biología y otras ramas de la ciencia se ha realizado por etapas, mediante pasos que han permitido conocer de modo progresivo aspectos particulares de la naturaleza. El progreso científico

se ha extendido a los diferentes niveles de la naturaleza de acuerdo con las posibilidades de cada momento: por ejemplo, la química sólo ha podido consolidarse cuando se ha dispuesto de una física matemática suficientemente desarrollada, y algo semejante ha ocurrido a la biología con relación a la física y la química.

En la actualidad, por vez primera en la historia, disponemos de una cosmovisión unitaria y rigurosa que se extiende a todos los niveles de la naturaleza. Los grandes logros de la perspectiva analítica han hecho posible el desarrollo de perspectivas sintéticas, que se apoyan en los conocimientos científicos actuales y sugieren nuevos enfoques de la filosofía natural.

La cosmovisión actual subraya que en la naturaleza existe un dinamismo propio cuyo despliegue se centra en torno a patrones o pautas. El dinamismo básico se extiende a todos los niveles, pero en cada nivel se despliega formando sistemas que poseen una progresiva complejidad estructural y un dinamismo unitario. El dinamismo natural contiene una información que se almacena en estructras espaciales que son fuente de nuevos tipos de dinamismo. Las interacciones de los dinamismos particulares dan lugar a equilibrios estáticos y dinámicos de los cuales resultan entidades que poseen una organización cada vez mayor. Existe una continuidad gradual entre los diferentes niveles de la naturaleza, y tanto en cada nivel como en el sistema total se da una cooperatividad que manifiesta la profunda unidad de la naturaleza.

La nueva situación permite replantear los problemas clásicos de la filosofía de la naturaleza sobre unas bases sólidas. La perspectiva que aquí adoptamos se centra en el entrelazamiento del dinamismo natural y las estructuras espacio-temporales. De acuerdo con esta perspectiva, estu-

diamos la naturaleza a partir de su actividad (capítulo I), y a continuación consideramos los diferentes tipos de procesos naturales (capítulo II) y los resultados de esos procesos (capítulo III). Esos tres primeros capítulos están dedicados a la formulación de una representación de la naturaleza acorde con los conocimientos actuales.

Sobre esa base, estudiamos a continuación el orden de la naturaleza, analizando sus características y teniendo presente las modalidades según las cuales se conceptualiza el orden en las ciencias (capítulo IV). El estudio del orden natural proporciona los elementos necesarios para abordar el problema central de nuestro estudio, o sea, la inteligibilidad de la naturaleza (capítulo V). En los dos últimos capítulos, estudiamos dos cuestiones que desempeñan una función esencial para completar el estudio de la inteligibilidad de la naturaleza: el problema de la fundamentación radical de la naturaleza (capítulo VI) y el de su relación con la persona humana (capítulo VII).

No seguimos la costumbre, clásica en muchos tratados de filosofía natural, de estudiar las características generales de la naturaleza prescindiendo de los vivientes, porque en ese caso se obtiene una imagen de la naturaleza que no sólo resulta parcial, sino seriamente mutilada. En efecto, los vivientes son los seres naturales por excelencia, y es imposible comprender la naturaleza prescindiendo de la vida.

Una reflexión actual acerca de la naturaleza debe incluir los elementos de filosofía de la ciencia que permiten valorar el alcance de los conocimientos científicos. Hemos expuesto con detalle nuestros puntos de vista al respecto en

una obra anterior[1]. Aquí nos limitamos a incluir, en los oportunos lugares, las reflexiones que resultan imprescindibles para seguir los argumentos de esta obra.

La inteligibilidad de la naturaleza queda reflejada en la verdad de nuestro conocimiento. Por este motivo, hemos utilizado como hilo conductor de nuestro estudio el paralelismo que ha de existir entre la naturaleza y el conocimiento científico de la misma. La ciencia es posible porque la naturaleza tiene un determinado modo de ser. Por tanto, hemos utilizado nuestra epistemología como el negativo cuyo revelado debe corresponder a las características reales de la naturaleza. Esta indicación proporciona algunas claves para comprender mejor el alcance de nuestras reflexiones. Sin embargo, se trata de una línea de estudio que no se agota en las reflexiones que aquí se exponen.

Un estudio sistemático de las categorías cosmológicas hubiese alargado en demasía nuestro estudio. Hemos preferido limitarnos a considerar algunos aspectos de las categorías centrales cuando los temas que aquí tratamos lo requiere.

Las dimensiones metafísicas se consideran en una parte del capítulo quinto y en la totalidad de los dos últimos capítulos. Sin duda, una fundamentación exhaustiva de nuestra perspectiva metafísica requeriría consideraciones más amplias, pero entonces nuestro estudio se convertiría en un tratado de metafísica. Por otra parte, resulta imposible plantear seriamente el estudio de la inteligibilidad de la naturaleza sin abordar los interrogantes metafísicos. En consecuencia, consideramos expresamente las cuestiones

---

1. M. ARTIGAS, *Filosofía de la ciencia experimental* , Eunsa, Pamplona 1989.

metafísicas, pero nos limitamos a aquellos aspectos que se relacionan de modo directo con la explicación de la naturaleza, sin pretender agotar completamente su estudio.

Estas coordenadas metodológicas indican el alcance de nuestro estudio. Proponemos una representación de la naturaleza acorde con los conocimientos de la ciencia actual; analizamos las implicaciones de esa cosmovisión, centrando la atención en el orden de la naturaleza; estudiamos en qué consiste la inteligibilidad de la naturaleza y mostramos la relación de este problema con el de su fundamentación radical; por fin, consideramos las implicaciones de todo ello en vistas a comprender la persona humana como un ser que se encuentra inmerso en la naturaleza pero que, al mismo tiempo, la trasciende.

También quedan indicados los límites de nuestro estudio. Por lo que se refiere a la epistemología, pueden completarse consultando nuestra *Filosofía de la ciencia experimental*. Un desarrollo más detallado de la cosmovisión, de las categorías cosmológicas particulares, y de los problemas metafísicos y antropológicos, exige estudios que pueden realizarse sobre la base de las ideas que aquí se exponen, y constituyen líneas de estudio que resultan prometedoras.

Hemos publicado anteriormente un manual de filosofía de la naturaleza[2], que está concebido como una obra introductoria al estudio de esa disciplina filosófica y se

---

2. M. ARTIGAS~J. J. SANGUINETI, *Filosofía de la naturaleza*, Eunsa, Pamplona 1984. La segunda edición de 1989 está notablemente corregida y aumentada, y sobre ella se ha publicado una traducción italiana: *Filosofia della natura* , Le Monnier, Florencia 1989, y está en preparación una traducción inglesa en la Editorial Sinag-Tala de Manila, Filipinas.

encuentra articulado en torno a las categorías cosmológicas clásicas. Los conceptos de ese manual pueden ser completados utilizando las ideas que ahora exponemos. Se trata de dos articulaciones diferentes que responden a dos niveles de análisis complementarios. En la presente obra se abordan los problemas básicos de la filosofía natural de acuerdo con una nueva perspectiva que proporciona una clave interpretativa unitaria, más profunda y elaborada de modo más completo.

Nuestras ideas son el resultado de un proceso de reflexión que se extiende a lo largo de más de treinta años. Respecto a los problemas de fondo, recogen aspectos básicos de la filosofía de Aristóteles y Tomás de Aquino que, liberados de concomitancias contingentes que se encuentran superadas, no sólo mantienen su fuerza, sino que pueden ser apreciados con un especial relieve a la luz de la cosmovisión actual. Algunos aspectos importantes coinciden con perspectivas que han sido subrayadas, entre otros, por Leibniz y Bergson, aunque no coincidan con la sistematización global de estos autores. Ya hemos señalado que nuestras ideas son también el resultado del paralelismo que buscamos entre la inteligibilidad de la naturaleza y nuestra epistemología, que se centra en el análisis de la ciencia real y se articula en torno a algunas ideas formuladas por Evandro Agazzi, en diálogo con las corrientes de la epistemología actual y especialmente con el pensamiento de Karl Popper.

La presente obra no habría llegado a término sin el estímulo constante de la tarea docente universitaria, en los cursos ordinarios desarrollados primero en la Universidad de Barcelona y ahora en la de Navarra, y en los cursos dictados en otras Instituciones, principalmente en el Ateneo Romano de la Santa Cruz de Roma, en la Universidad de La

Sabana de Bogotá y en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Lima. Resultaría demasiado prolijo reseñar los colegas y alumnos cuyo estímulo se ha dejado notar de diversos modos a lo largo de los años. Me limitaré a mencionar algunas ayudas de la última hora. Alejandro Llano, actual Rector de la Universidad de Navarra, ha tenido la paciencia de escuchar y comentar mis ideas. Rafael Martínez, Josep Corcó, María Angeles Victoria, María Pau Ginebra, Marta Sánchez y Santiago Sanz me han hecho comentarios que agradezco sinceramente. Por último, dejo constancia del interés con que Adolfo Castaño de León ha realizado la labor de composición.

Capítulo I
LA ACTIVIDAD DE LA NATURALEZA

La naturaleza posee un dinamismo propio, independiente de la intervención humana, que se despliega a través de una gran variedad de procesos de acuerdo con pautas espaciales y temporales. Dinamismo y estructuración son dos características básicas de la naturaleza que se encuentran estrechamente relacionadas: las estructuras son el resultado del despliegue del dinamismo y también son fuentes de nuevos despliegues del dinamismo.

El entrelazamiento del dinamismo y la estructuración proporciona una clave que resulta decisiva para conseguir una representación fidedigna de la naturaleza.

1. El dinamismo natural

En el lenguaje ordinario, un comportamiento se considera *natural* si es el que corresponde al modo de ser propio del agente. Es natural una actividad que tiene un origen interior, de tal manera que, aunque esté condicionada por

circunstancias externas, responde a un núcleo interno que se despliega con una *autonomía propia*.

En este sentido, lo natural equivale a lo *espontáneo*, a lo que no es violento o forzado, a lo que responde a un principio interior. Los términos *espontaneidad* y *naturalidad* se utilizan en muchos casos como equivalentes. La espontaneidad se relaciona con la expansión natural, de acuerdo con un movimiento propio y con independencia de interferencias externas.

La naturaleza tiene una autonomía propia. Podemos intervenir en los procesos naturales, pero no podemos modificar sus leyes. En este sentido, la naturaleza posee una espontaneidad que se despliega de modos diferentes de acuerdo con las circunstancias. Sin embargo, espontaneidad no equivale a auto-suficiencia total. Afirmar que las entidades naturales poseen una actividad espontánea propia no equivale a afirmar que sean completamente autosuficientes.

La autonomía de lo natural implica una *independiencia respecto a la intervención humana*. Pero si caracterizamos la naturaleza de este modo, sólo obtendremos una descripción negativa; como si una persona europea se contentara con describir a todas las demás personas como no europeas: la descripción sería verdadera, pero no informaría acerca de las características propias de las personas no europeas. Si deseamos conseguir una descripción *positiva* de lo natural, que exprese cómo es su modo propio de ser, parece necesario subrayar, en primer lugar, que las entidades naturales poseen un *dinamismo propio*.

El término *dinamismo* proviene del griego *dynamis*, que significa fuerza, poder, capacidad. Afirmar que las entidades naturales poseen un dinamismo propio equivale a afirmar que no son sujetos meramente *pasivos* a los que se

añada el movimiento como algo *externo*, sino que poseen una actividad propia, un dinamismo interno que no depende sólo de las acciones que se ejercen sobre ellas.

El dinamismo natural puede considerarse tanto en el nivel de la experiencia ordinaria como en el de las ciencias. Examinaremos a continuación el dinamismo en esos dos niveles, y añadiremos algunas reflexiones que ayudarán a precisar el sentido y el alcance del dinamismo natural.

1.1. *El dinamismo en la experiencia ordinaria*

Ante la experiencia ordinaria, la naturaleza aparece como un ámbito de seres que tienen un *dinamismo propio*, o sea, un modo de actuar que es independiente de nuestra intervención. Podemos intervenir en el desarrollo de los procesos naturales, y de hecho lo hacemos (la técnica es una actividad de ese tipo), pero no podemos crear ni modificar el dinamismo natural: solamente podemos conocerlo y utilizarlo de acuerdo con nuestros fines. En este sentido resulta verdadero el dicho de Francis Bacon según el cual sólo podemos vencer a la naturaleza obedeciéndola[1], esto es, conociendo sus leyes propias y empleándolas para conseguir nuestros objetivos.

Ese dinamismo propio se manifiesta en todos los ámbitos de la naturaleza. Es patente en los vivientes, los astros, los fenómenos atmosféricos, el aire, el agua, e incluso en la Tierra, que muestra su dinamismo en los terre-

---

1. "Natura enim non nisi parendo vincitur": F. BACON, *Novum Organum*, libro I, III. En : *The Works of Francis Bacon*, Frommann, Stuttgart 1963, vol. I, p. 157.

motos y erupciones volcánicas. Esta universalidad del dinamismo natural encontró su primera formulación conceptual en la filosofía antigua, que consideraba la naturaleza como un gran organismo dirigido por fuerzas cósmicas.

Incluso el atomismo mecanicista afirmó que el movimiento es una característica básica de las entidades naturales. Lo que negaba, al reducir el movimiento a un impulso comunicado desde el exterior, es que el dinamismo tenga sus raíces en el interior de las entidades naturales. Dado que esa negación, en la época moderna, se ha presentado como avalada por la ciencia, su valoración remite a los argumentos científicos.

1.2. *El dinamismo natural ante las ciencias*

Los conocimientos científicos de que disponemos en la actualidad proporcionan una cosmovisión que, si bien puede ser completada en muchos aspectos, manifiesta con suficiente claridad que *el dinamismo natural es una característica básica de las entidades naturales en todos los niveles* .

En el nivel *subatómico*, por el momento no se ha conseguido una representación completa de las partículas: para describirlas se utilizan dos modelos, el de *corpúsculo* y el de *onda* . Sin embargo, está claro que no se trata de entidades pasivas ni inmutables. Todas las partículas conocidas intervienen activamente en procesos en los cuales se producen nuevas partículas, se transforman unas partículas en otras y se realizan intercambios de energía. Las partículas se encuentran estrechamente relacionadas con los procesos

energéticos; incluso su masa, que es una de las propiedades más características de la materia, suele expresarse en unidades de energía.

El nivel subatómico está completamente impregnado de dinamismo. Las estructuras estables son el resultado de equilibrios entre diferentes dinamismos. Podría objetarse que existen algunas partículas que no están sometidas a procesos de desintegración. Sin embargo, esas partículas no están sustraídas al dinamismo. En los procesos de aniquilación (la expresión es poco afortunada desde el punto de vista filosófico, pues no se trata de aniquilación en sentido propio), las partículas dejan de existir como tales al interactuar con sus correspondientes antipartículas, y se produce energía. La estabilidad de algunas partículas no equivale, en modo alguno, a ausencia de dinamismo; por ejemplo, los protones son partículas especialmente estables, pero no sólo intervienen en muchos procesos que producen su transformación, sino que además están compuestos por quarks que, si bien no parecen existir en estado libre, despliegan una incesante actividad de intercambios energéticos en el interior de los protones.

Los *átomos* interaccionan de acuerdo con leyes específicas, y esas interacciones implican muchos tipos de transformaciones. Esto sucede incluso con los elementos que hasta 1960 se solían denominar *gases inertes* (helio, neón, argón, kriptón, xenón, radón), porque se pensaba que no se combinaban químicamente con otros elementos; de hecho, se han sintetizado muchos compuestos en los que intervienen esos átomos.

Algo semejante ocurre con las *moléculas* . Se conocen millones de reacciones químicas en las cuales los átomos y las moléculas se combinan, se descomponen, dan lugar a nuevos productos.

En definitiva, las entidades microfísicas no son pasivas, inmutables ni inertes. Intervienen en procesos en los que se transforman unas en otras. En el nivel microfísico, *la estabilidad de la materia aparece como el resultado de equilibrios dinámicos*, detrás de los cuales se encuentra un dinamismo que produce efectos detectables cuando las condiciones lo permiten.

En el *mundo macrofísico,* el dinamismo natural también aparece como una característica de la naturaleza en todos sus niveles: no sólo en el biológico, sino también en el físico-químico. El dinamismo biológico resulta especialmente patente, pero el progreso científico muestra que el dinamismo se encuentra también en el nivel físico-químico.

Por ejemplo, las *teorías morfogenéticas* resaltan el dinamismo propio del nivel físico-químico y sugieren conexiones entre este nivel y el biológico. Esto equivale a subrayar que *no existe una materia puramente inerte o pasiva*, que presuntamente sería la del nivel físico-químico. Esas teorías explican la formación de pautas dinámicas en los sistemas físico-químicos, cuando se dan las condiciones apropiadas. Algunos fenómenos de este tipo son bien conocidos incluso en la experiencia ordinaria; por ejemplo, las transiciones de fase y la cristalización. Otros fenómenos, como la superfluidez, sólo se dan en condiciones de laboratorio. Las teorías morfogenéticas proporcionan un mejor conocimiento de muchos fenómenos cooperativos, que se encuentran en la base de lo que suele denominarse *auto-organización* de la materia[2].

---

2. Puede verse al respecto: G. NICOLIS, *Physics of far-from-equilibrium systems and self-organisation*, en: P. DAVIES (editor), *The New Physics*, Cambridge University Press, Cambridge 1989, pp. 316-347.

La expresión *auto-organización* expresa que los componentes de la materia, también en el nivel físico-químico, actúan de modo *cooperativo*, produciendo nuevas pautas estructurales. Los fenómenos de auto-organización se extienden hasta el nivel microfísico, donde se dispone de explicaciones rigurosas de algunos de ellos. Estos conocimientos muestran que los componentes de la materia no se comportan de un modo indiferenciado y pasivo en ninguno de los niveles de la naturaleza.

En definitiva, el dinamismo natural se encuentra presente en los diferentes estratos de la naturaleza. Atraviesa toda la naturaleza, en todas sus dimensiones. La naturaleza en su conjunto aparece como el resultado del despliegue de ese dinamismo.

Esto queda todavía más resaltado si se contempla la naturaleza bajo la perspectiva *diacrónica* de las *teorías evolucionistas*. Pero incluso bajo una perspectiva *sincrónica* se advierte la existencia de un dinamismo general, no sólo porque el dinamismo existe en cada nivel, sino además, porque los diferentes niveles están estrechamente interconectados. La explicación de los fenómenos químicos remite a la física; la astrofísica y la geología remiten a la física y la química; los mecanismos de la vida remiten al dinamismo físico-químico. *La unidad de la naturaleza muestra la universalidad de su dinamismo.*

1.3. *La materia inerte*

Muchas entidades aparecen ante la experiencia ordinaria como si fueran materia *inerte*, desprovista de actividad

propia, meramente *pasiva* . Sería el caso, por ejemplo, de los minerales y de sus agregaciones, así como de los grandes cuerpos como la Tierra y los astros.

Sin embargo, las estrellas son sistemas que poseen un dinamismo muy intenso, basado en reacciones nucleares. En cuanto a la Tierra, existen fenómenos observables tales como los terremotos y las erupciones volcánicas que manifiestan claramente su dinamismo y son bien conocidos desde la antigüedad, y en la actualidad sabemos que en su interior se desarrollan una gran cantidad de fenómenos dinámicos. Por fin, los minerales y sus agregaciones son el resultado de procesos dinámicos, se encuentran en el origen de otros procesos, y sus componentes poseen un dinamismo propio: su estabilidad responde a equilibrios dinámicos.

En definitiva, a la luz de la ciencia actual, lo que parece inerte es el resultado de equilibrios dinámicos: *la materia inerte sólo es inerte en relación a ciertas condiciones y puntos de vista particulares.*

Por consiguiente, parece necesario revisar el concepto de *materia inerte* . Este concepto se utiliza de ordinario para designar el ámbito de los no vivientes. Pero resulta poco afortunado, pues lleva a pensar que, a diferencia de los vivientes, los demás entes físicos son esencialmente inactivos, y fácilmente conduce a identificar la materia con un substrato pasivo e inerte.

En la vida ordinaria muchas entidades pueden ser calificadas como materia inerte[3], pero sólo a ciertos efectos,

---

3. En un tipo de container urbano utilizado en Pamplona por la compañía *Residuos de la Comarca de Pamplona, S. A* . en 1991, podía leerse la indicación: *Sólo materia inerte. Papel. Cartón. Vidrio.*

o sea, *con respecto a determinados comportamientos* . Gran parte del *mesocosmos* o mundo de tamaño intermedio (sin incluir los vivientes) se compone de entidades que corresponden a la idea ordinaria de materia inerte. Sin embargo, en realidad se trata de entidades que se encuentran en *estados de equilibrio* . Sus componentes naturales tienen un dinamismo que puede manifestarse en otras circunstancias, pero en las circunstancias de equilibrio las fuerzas se compensan y no producen efectos detectables.

El concepto de materia inerte corresponde, por tanto, a una parte de nuestra experiencia ordinaria, y en ella resulta legítimo. Pero se presta a confusión si se le atribuye un significado más profundo.

1.4. *El alcance del dinamismo natural*

El dinamismo propio de lo natural se extiende a todos los niveles que conocemos. ¿Existen límites de ese dinamismo?

Resulta lógico afirmar que el dinamismo debe extenderse a todo lo natural, incluido lo más elemental. En efecto, si los niveles inferiores no poseyeran un dinamismo propio, no se comprende cómo podría existir ese dinamismo en los niveles que conocemos.

Podría objetarse que la ciencia no da a conocer el dinamismo natural, porque supone una intervención humana que modifica la naturaleza. Las teorías científicas no son

---

Metales y ropas. Se trata de un buen elenco de lo que, a efectos prácticos, suele considerarse como materia inerte.

una copia de la naturaleza, sino modelos que incluyen aspectos convencionales. En efecto, los conocimientos actuales acerca de la composición de la materia se obtienen mediante experimentos en los cuales *intervenimos* sobre la naturaleza, provocando situaciones especiales que alteran el comportamiento ordinario de las entidades que la componen. Al utilizar los métodos científicos que permiten profundizar en el conocimiento de la naturaleza, *la modificamos*. Además, para conseguir ese conocimiento, es necesario formular *teorías* que van mucho más allá de lo que observamos, puesto que incluyen construcciones matemáticas muy abstractas y otros conceptos que tampoco son un simple resultado de la observación. La ciencia progresa gracias al empleo de *construcciones teóricas* que no son una mera copia de la naturaleza ni un simple resultado del análisis de datos de experiencia.

Todo esto resulta especialmente cierto en la *microfísica*, cuyas entidades se encuentran muy alejadas de la experiencia ordinaria; pero también sucede algo semejante en los demás ámbitos de la ciencia. Por consiguiente, para formular una imagen fidedigna de la naturaleza, es necesario delimitar hasta qué punto los conocimientos científicos representan algo independiente de la intervención humana.

Esa tarea requiere consideraciones epistemológicas nada triviales. Sin embargo, los enunciados científicos bien comprobados poseen una *verdad* que, si bien es *contextual* y, por tanto, *parcial*, es también una verdad *auténtica* [4]. Los argumentos que hemos citado en favor del dinamismo natural tienen una base científica sólida. Por ejemplo, a

---

4. Esta afirmación se analiza y fundamenta con detalle en: M. ARTIGAS, *Filosofía de la ciencia experimental*, cit., especialmente en el capítulo VI.

pesar de las incertidumbres que existen en torno a la representación de las entidades microfísicas, los fenómenos que sirven para afirmar su dinamismo están bien establecidos.

El progreso científico ha puesto de relieve, cada vez con mayor claridad, el dinamismo propio de las entidades naturales en todos los niveles. El atomismo mecanicista, según el cual la materia se compondría en último término de elementos inmutables y pasivos, ha sido abandonado desde hace tiempo porque resulta incompatible con los logros de la microfísica. La balanza se inclina en la actualidad en el sentido opuesto, ya que se tiende a diluir la consistencia de la materia, conceptualizándola como energía concentrada.

En el ámbito filosófico, la afirmación del dinamismo propio de las entidades naturales no es ninguna novedad. De algún modo se encuentra en la concepción aristotélica, fue claramente afirmado por Leibniz, y en la época más reciente ha sido ampliamente subrayado tanto desde la perspectiva científica como desde la filosófica.

Leibniz afirmó que todas las entidades naturales poseen un dinamismo propio, en un sentido muy semejante al que aquí se ha expuesto, afirmando que

> "La *fuerza activa* difiere de lo que en las escuelas se denomina simplemente potencia porque la potencia activa de los escolásticos, o facultad, no es sino la posibilidad próxima de actuar, que sin embargo necesita, para pasar a acto, de una excitación o *estímulo externo* . Pero la fuerza activa contiene un cierto acto o entelequia, que la sitúa entre la facultad de obrar y la acción misma, e implica una *tendencia*; y de este modo es llevada a *actuar por sí misma*; sin que necesite de auxilios, sino sólo que se remuevan los impedimentos... la última razón del movimiento en la materia es la fuerza impresa en la creación, que existe en cada cuerpo, aunque está limitada de diversos modos en la naturaleza debido al conflicto entre los cuerpos. Y afirmo que *esa virtud de obrar se encuentra en todas las substancias*, y que siempre nace de ella alguna acción; y por tanto,

> que las substancias corpóreas, al igual que las espirituales, *nunca cesan de obrar* "[5].

En su tenor literal, este texto corresponde a nuestra afirmación del dinamismo propio de lo natural. Subraya que el dinamismo natural es universal, se da en todas las entidades como algo propio, e implica la existencia de tendencias. Resalta que el dinamismo está siempre activo, aunque la confluencia de dinamismos particulares tenga como resultado la aparente inactividad de algunos de ellos.

El dinamismo de Leibniz se encuentra entremezclado con su teoría metafísica acerca de las mónadas. Pero tiene un valor propio aunque se prescinda de esa doctrina. La monadología leibniciana es, en parte, una manifiestación de las complicaciones que a lo largo de la historia ha provocado la preocupación por los elementos últimos. Más adelante nos referiremos a este problema.

Desde otra perspectiva, Millán Puelles ha puesto de relieve en nuestros días, como algo pacíficamente poseído, que

> "ningún ente es absolutamente inoperante... Un ente absolutamente inoperante sería un ente que ni siquiera haría nada por mantenerse en su ser. Sería, por tanto, un ente que estaría mantenido, en su propia entidad, por otro u otros. Más aún: todo su ser se reduciría a «ser mantenido» y su entidad sería, por consiguiente, una absoluta o pura pasividad, un completo «dejarse hacer»"[6].

---

5. G. W. LEIBNIZ, *De primae philosophiae Emendatione, et de Notione Substantiae*, en: C. J. GERHARDT (editor), *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Georg Olms, Hildesheim 1965, vol. 4, pp. 469-470 (las cursivas del texto son mías).

6. A. MILLÁN PUELLES, *Léxico filosófico*, Rialp, Madrid 1984, p. 436.

En definitiva, puede afirmarse que todos los entes naturales poseen un dinamismo propio. Se trata de una afirmación coherente con los conocimientos científicos bien establecidos en todos los niveles de la naturaleza. Desde la perspectiva filosófica, una entidad puramente pasiva resulta ininteligible.

También puede afirmarse que las entidades naturales no despliegan siempre todas las posibilidades de su dinamismo. Muchas posibilidades se encuentran en estado latente, debido a los equilibrios entre diferentes dinamismos; pero se manifiestan cuando cambian las circunstancias y se rompe el equilibrio.

2. PAUTAS ESTRUCTURALES

Si el dinamismo es una característica fundamental de las entidades naturales, la estructuración no lo es menos. Ante la experiencia ordinaria, la naturaleza aparece surcada por estructuras espacio-temporales, y el progreso científico puede sintetizarse como un conocimiento cada vez más amplio y profundo de las estructuras naturales.

Para conseguir una caracterización fidedigna de la naturaleza es imprescindible tener en cuenta la estructuración. La espontaneidad se da tanto en las acciones libres de las personas como en el comportamiento de los demás vivientes y de las cosas inanimadas. Por tanto, no basta para caracterizar lo natural. Es necesario añadir alguna otra determinación que sea propia del *mundo físico*, entendido como el ámbito de todo lo que no se encuentra en la esfera de la racionalidad. Esa característica es la *estructuración*.

El significado del término *estructura* es muy amplio[7]. En general, una estructura es una distribución de partes mutuamente relacionadas que forman un todo unitario.

Las estructuras características de las entidades naturales poseen dimensiones *espaciales* y *temporales*. En la naturaleza existen dimensiones espaciales y temporales. Las entidades naturales tienen una estructuración espacio-temporal: tienen configuraciones espaciales, y su dinamismo se despliega en la dimensión temporal.

En la naturaleza existe una gran variedad de estructuras, que en muchas ocasiones tienen caracteres comunes que se repiten. Nuestro conocimiento de la naturaleza se fundamenta, en gran parte, en el reconocimiento de aspectos estructurales repetitivos. Es un reconocimiento de *pautas* o *patrones* (*patterns*). La ciencia busca ampliar nuestro conocimiento de la naturaleza, y para conseguir ese objetivo recurre a modelos estructurales que representan regularidades.

Examinaremos la estructuración siguiendo el mismo esquema que hemos utilizado para estudiar el dinamismo: consideraremos la estructuración tal como se da en la experiencia ordinaria y en las ciencias, y añadiremos algunas reflexiones acerca de su sentido y alcance.

---

7. Se encuentra un amplio y profundo estudio de los problemas relacionados con la estructura en: J. CRUZ CRUZ, *Filosofía de la estructura*, 2ª ed., Eunsa, Pamplona 1974.

2.1. *La estructuración en la experiencia ordinaria*

Ante la experiencia ordinaria, la naturaleza aparece como un conjunto de seres que tienen estructuras bien definidas.

El caso más claro es el de los vivientes, que se caracterizan precisamente por poseer una estructura unitaria en la cual las diferentes partes desempeñan funciones específicas. Los componentes experimentan continuos cambios, pero la estructura permanece. La estructura básica de cada tipo de vivientes se transmite por generación, de tal manera que, aunque los individuos perecen, su estructura permanece en otros individuos.

La estructuración de los vivientes no se refiere sólo a las dimensiones espaciales, sino también a los procesos temporales. En los vivientes se dan muchos procesos que se desarrollan de acuerdo con pautas temporales regulares, tal como se comprueba, por ejemplo, en la generación, el desarrollo y la nutrición.

El ámbito de los seres no vivientes también se encuentra atravesado por la estructuración. El movimiento de las estrellas es un ejemplo patente, de modo que las regularidades tanto espaciales como temporales que se dan en este ámbito han servido desde la antigüedad como guía en la vida práctica y como fundamento de las primeras teorías científicas. Las regularidades que se observan en los minerales proporcionaron la base de diferentes técnicas que, a su vez, hicieron posible el desarrollo de la química en la época moderna.

Un conocimiento más profundo de la estructuración natural sólo fue posible desde que la ciencia experimental llegó a su madurez en el siglo XVII. Sin embargo, en las

épocas anteriores ya se habían conseguido muchos conocimientos particulares que resultaban accesibles a los medios de que entonces se disponía.

Las reflexiones filosóficas de la antigüedad se encuentran imbuidas por la convicción de que la naturaleza posee un carácter estructural en todos sus niveles. Un ejemplo especialmente relevante se encuentra en la definición aristotélica de la naturaleza. Aristóteles caracterizó lo natural como aquello que posee un dinamismo que proviene de un principio interior, y se preguntó a continuación si la naturaleza consiste principalmente en la materia o en la forma. Su respuesta fue inequívoca: la naturaleza es principalmente la forma; el naturalista ha de estudiar tanto la materia como la forma, pero las entidades naturales se caracterizan ante todo por su forma, que expresa el modo de ser de cada entidad y aquello hacia lo que tiende su actividad[8].

Norma Emerton ha afirmado que esta idea aristotélica ha sido la guía que, de modo consciente o inconsciente, ha inspirado la investigación científica a lo largo de los siglos. Esa afirmación, junto con las correspondientes citas de Aristóteles, es la conclusión de su erudito trabajo histórico acerca del desarrollo de las investigaciones en el ámbito de la cristalografía[9]. En su prólogo, L. Pearce Williams resume las ideas básicas de ese trabajo con estas palabras:

> "Este volumen intenta responder a la pregunta acerca de cómo la materia bruta, de cuyas acciones sólo cabría esperar un caos, sin embargo se encuentra habitualmente en una forma ordenada y simétrica... La narración es fascinante... El resultado

---

8. Cfr. ARISTÓTELES, *Física*, II, 1, 193 a 9 - 193 b 18.

9. Cfr. N. E. EMERTON, *The Scientific Reinterpretation of Form*, Cornell University Press, Ithaca and London 1984, pp. 287-288.

> es una historia que plantea uno de los asuntos más importantes y centrales de la ciencia moderna"[10].

En efecto, la ciencia experimental se construye sobre una doble suposición: que la naturaleza posee un orden estructural, y que nosotros poseemos la capacidad de conocerlo. El progreso científico muestra que esos supuestos son correctos.

2.2. *La estructuración ante las ciencias*

La ciencia experimental supone que existen regularidades en la naturaleza y busca conocerlas. El progreso científico amplía nuestro conocimiento de la estructuración espacial y temporal de la naturaleza, incluso en ámbitos que se encuentran muy alejados de la experiencia ordinaria. Los ejemplos pueden multiplicarse con facilidad, y ni siquiera resulta necesario recurrir a casos concretos: en efecto, cualquier logro científico es un ejemplo de ese tipo.

En la ciencia experimental se buscan conocimientos que puedan relacionarse con el control experimental, y esta búsqueda con frecuencia se ve coronada por el éxito. Pero el control experimental sólo es posible cuando existen aspectos que, al menos en principio, se repiten; por tanto, cuando existen pautas. Por consiguiente, cuanto más progresa la ciencia, mayor es el ámbito de fenómenos que se relacionan con el control experimental, y más amplio es nuestro conocimiento de las pautas espaciales y temporales.

---

10. *Ibid* ., pp. 7-8.

En la actualidad existe un acuerdo general acerca de esta cuestión. Disponemos ahora de conocimientos que permiten conseguir representaciones de las entidades naturales en todos los niveles. A pesar de las incertidumbres que subsisten en muchos casos, podemos afirmar que la naturaleza se encuentra profundamente marcada por la estructuración. Carsten Bresch, profesor de genética y director del laboratorio de la Sociedad Alemana de Investigación dedicado al estudio de las mutaciones, comienza un trabajo dedicado a exponer la imagen del mundo proporcionada por las teorías evolucionistas afirmando que

> "Nuestro mundo está hecho de pautas (*patterns*). Si tuviéramos que describir la propiedad fundamental de la materia del universo en una única frase, tendríamos que decir que la materia está formada -o creada- de tal modo que muestra un desarrollo continuamente acelerado de pautas"[11].

Bresch afirma a continuación que la existencia de *pautas* tiene una importancia central. La idea ha existido durante más de 2.000 años, tal como lo muestran las reflexiones de Aristóteles. Para ilustrar la importancia de las estructuras, Bresch considera el ejemplo de dos substancias químicas que tienen los mismos componentes (dos átomos de hidrógeno, dos de oxígeno y dos de nitrógeno) pero organizados en estructuras diferentes; debido a su diversidad estructural, esas substancias poseen propiedades diferentes.

Los ejemplos de ese tipo podrían multiplicarse con facilidad. Existen unos 100 tipos básicos de átomos, y cada uno de ellos posee una estructura bien definida. Lo mismo sucede con los millones de moléculas que se componen de

---

11 C. BRESCH, *What is Evolution?*, en: S. Andersen~A. Peacocke (editores), *Evolution and Creation*, Aarhus University Press, Aarhus 1987, p. 36.

átomos. Las macromoléculas biológicas poseen una estructura primaria que viene determinada por sus componentes, pero tienen también estructuras espaciales específicas que determinan sus propiedades y su actividad. La estructuración de los vivientes, que ya es manifiesta ante la experiencia ordinaria, aparece con mucho mayor detalle si se contempla a la luz de los conocimientos proporcionados por la biología. Bresch resume la situación con estas palabras:

> "Todo lo que nos rodea consiste en pautas. La materia está estructurada en los niveles atómico y molecular. Los organismos son enormes estructuras de células, cada una de las cuales, a su vez, consiste en una enormidad de pautas biológicas... Estamos tan acostumbrados a estar rodeados por pautas que no prestamos mucha atención a esta propiedad fundamental de nuestro mundo. Pero las propiedades de un objeto están determinadas por la materia y por la pauta (estructura, forma)[12].

No sólo existen pautas, sino que se encuentran integradas formando una jerarquía. Además, el dinamismo natural se despliega de modo selectivo; no se producen estructuras arbitrarias, sino pautas bien determinadas.

Esto sucede ya en el nivel atómico, donde los núcleos están formados por una integración de protones y neutrones de acuerdo con leyes selectivas, ya que sólo algunas combinaciones particulares de protones y neutrones conducen a núcleos estables. Lo mismo sucede en la integración de los átomos para formar moléculas. El caso es todavía más llamativo cuando se llega al nivel biológico, cuyas características fundamentales están determinadas por dos tipos de moléculas que se integran en estructuras específicas: los aminoácidos se unen para formar polipéptidos, y los nucleótidos para formar los ácidos nucleicos. A partir de esos

---

12. *Ibid.*, p. 37.

constituyentes, se forma una enorme variedad de vivientes que poseen estructuras específicas.

Podría objetarse que las estructuras descubiertas por las ciencias no son, propiamente hablando, estructuras reales, puesto que somos nosotros quienes contruimos un orden estructural ideal e intentamos encajar los datos empíricos en nuestras construcciones teóricas. Desde Kant, es un lugar común afirmar que somos nosotros quienes construimos el orden natural.

En nuestra época, Karl Popper ha subrayado que las teorías científicas son construcciones nuestras, a modo de redes que lanzamos al mundo para intentar explicarlo. Según Popper, es imposible demostrar que una teoría es verdadera; sólo podemos confrontarla con la experiencia con el fin de detectar errores que nos permitan formular nuevas teorías más ajustadas a la experiencia, en un proceso que no tiene término y que nunca lleva a teorías propiamente verdaderas[13].

Paul Amselek ha llevado a un extremo estas ideas, afirmando que, en su opinión, la afirmación del orden natural se debe a una ilusión trascendental que consiste en confundir el estatuto epistemológico del mundo con el estatuto ontológico del hombre. Según Amselek, tendemos a mundanizar nuestras propias obras (nuestras construcciones teóricas), atribuyéndoles un alcance real que no tienen. Las regularidades y leyes del mundo serían productos de nuestro espíritu, proyecciones antropomórficas que

13. Una exposición y análisis crítico de la epistemología popperiana se encuentra en: M. ARTIGAS, *Karl Popper: Búsqueda sin término*, Editorial Magisterio Español, Madrid 1979.

estarían en la base de nuestras representaciones del mundo[14].

Estas objeciones tienen una parte de razón. En efecto, nuestras construcciones teóricas no equivalen sin más a las estructuras naturales. Sin embargo, también aquí se pueden aplicar las consideraciones epistemológicas a las que se ha aludido al examinar el dinamismo, y que pueden resumirse diciendo que, cuando las construcciones científicas están bien comprobadas, poseen una verdad que, si bien es contextual y por tanto parcial, también es una verdad auténtica.

En el ámbito científico, la estructuración se conceptualiza de acuerdo con diferentes modalidades, en función de los recursos conceptuales y experimentales disponibles. En muchos casos podemos determinar de modo inequívoco la existencia real de estructuras espaciales; basta pensar, por ejemplo, en la estructura en doble hélice del ADN, o en las estructuras primaria, secundaria y terciaria de las proteínas. Se trata de estructuras reales. En otros casos, especialmente cuando estudiamos aspectos de la realidad muy alejados de las posibilidades de observación, las estructuras científicas son modelos teóricos cuya referencia real no se encuentra determinada de modo totalmente preciso. Y siempre hemos de tener en cuenta que las estructuras científicas incluyen factores convencionales que resultan imprescindibles para conseguir una conceptualización inteligible.

Sin embargo, incluso en los casos más difíciles, el éxito teórico y práctico de las construcciones científicas muestra que, de algún modo, esas construcciones corresponden a la realidad. Aunque no conozcamos con exactitud

---

14. Cfr. P. AMSELEK, *Science et déterminisme*, Presses Universitaires de France, Paris 1988. El objetivo de Amselek es defender la libertad humana frente al determinismo científico.

el alcance de esa correspondencia, es evidente que si no existiera en absoluto, no podríamos conseguir un conocimiento sometido a control experimental, ya que ese control sólo es posible si existen características repetibles y, por tanto, estructuración.

2.3. *Pautas y estructuras*

Hasta ahora hemos hablado de *estructuras* y de *pautas* casi como si se tratase de conceptos equivalentes. En realidad no lo son, y esa distinción tiene gran importancia para conseguir una representación realista de la naturaleza.

El término *estructura* es más amplio que el de *pauta*. Existen estructuras de muy diversos tipos. En realidad, cualquier disposición espacial y temporal de las entidades naturales tiene una estructura, ya que es imposible que no exista ninguna relación entre las diferentes entidades. Esta situación es semejante a lo que sucede con el concepto de *orden*, estrechamente relacionado con el de estructura. En efecto, también el concepto de orden tiene una gran generalidad. El orden siempre es relativo a alguna referencia, y pueden distinguirse muchos tipos de orden en función de las referencias adoptadas. Un desorden absoluto es inconcebible, porque siempre existen relaciones entre las entidades naturales.

Por tanto, la *estructuración* no equivale a la existencia de *pautas*. Hablamos de pautas cuando encontramos estructuras que se repiten. Utilizamos el concepto de pauta como

equivalente al inglés *pattern*, cuyo significado puede describirse del modo siguiente:

> "El término inglés *pattern* designa la configuración pero, más que en cuanto *reconocible*, en cuanto *reproducible* . *Pattern* es la forma inglesa de la palabra española *patrón* (derivadas ambas de la palabra latina *pater*) y designa el modelo a partir del cual se puede producir o reproducir tantas veces como se quiera la misma configuración. Tiene el mismo significado que el sustantivo *matriz* (derivado también del latín *mater*). Lo específico y característico del *pattern* es *engendrar*, o *generar* mediante la ordenación de elementos"[15].

En principio, cualquier estructura natural es repetible: basta que se repitan las condiciones que han provocado su existencia, y esto siempre es posible. Sin embargo, solemos hablar de pautas sólo cuando las estructuras se repiten de hecho. En este sentido, afirmar que la naturaleza se encuentra estructurada espacial y temporalmente en todos sus niveles no significa que siempre y en todas partes existan pautas.

Estas consideraciones no debilitan los argumentos que hasta ahora hemos expuesto acerca de la existencia de pautas. En efecto, *todos los ejemplos de estructuración que hemos mencionado se refieren a pautas en sentido estricto*. Por consiguiente, al afirmar que la naturaleza se encuentra estructurada en todos sus niveles, nos referimos a la existencia de pautas. Nuestro mundo no es un mundo indiferenciado, uno más entre muchos mundos posibles. *Es un mundo muy específico, que se encuentra surcado en todos sus niveles por pautas igualmente específicas*. Nos interesa, ante todo, conocer nuestro mundo y examinar los proble-

---

15. J. CHOZA, *Manual de antropología filosófica*, Rialp, Madrid 1988, p. 96. Prefiero utilizar el término *pauta*. A falta de un término mejor, me parece más claro que los términos *patrón*, *matriz* o *modelo*, que tienen otros significados en la vida ordinaria.

mas que comporta. Si lo deseamos, podemos preguntarnos por la posible existencia de otros mundos diferentes. Se trata de una pregunta legítima. Pero incluso si llegásemos a conocer otros mundos diferentes, nuestro mundo continuaría siendo lo que realmente es.

La estructuración de la naturaleza está profundamente marcada por la existencia de pautas. Esta afirmación es rica en implicaciones tanto científicas como filosóficas, y será considerada con mayor detalle más adelante. Advertimos que no toda estructuración puede ser considerada como una pauta porque esta afirmación desempeñará una función importante en los razonamientos que completarán nuestra representación de la naturaleza.

2.4. *El alcance de la estructuración*

¿Puede afirmarse que la naturaleza está estructurada en todos los niveles y en todas sus entidades?

La respuesta a esta pregunta está condicionada por las limitaciones de las construcciones científicas, que no pueden ser consideradas como una mera copia de la realidad. Ya se ha aludido a ellas. Estas dificultades no impiden afirmar la existencia de estructuración en todos los niveles de la naturaleza, así como nuestro conocimiento parcial de ella.

Es cierto que el *orden* propio de las construcciones científicas no equivale al orden de la naturaleza, como si fuera una mera traducción del mismo. En efecto, en las teorías científicas el orden se expresa a través de ecuaciones, simetrías y relaciones que se refieren a nuestras cons-

trucciones teóricas. Sin embargo, cuando las construcciones científicas están bien comprobadas y se aplican con éxito a la resolución de problemas concretos, podemos afirmar que esas construcciones responden a aspectos del orden real de la naturaleza.

La estructuración se encuentra en todos los niveles conocidos, desde el biológico hasta el físico-químico y el microfísico. *En la investigación científica se supone que existe estructuración en todos los fenómenos naturales* . Se trata de un supuesto muy fecundo que se encuentra en la base de toda la actividad científica y que viene corroborado por el progreso de la ciencia; así se explica que en la ciencia siempre se buscan teorías más profundas.

Especiales dificultades surgen cuando el problema se centra en la existencia de *estructuras elementales*. Posiblemente, nunca podremos estar seguros de haber alcanzado un nivel verdaderamente elemental. Pero la dificultad es superable. En efecto, no parece razonable admitir que existan o hayan existido niveles de la naturaleza que carecieran de cualquier tipo de estructuración. Se trataría de un *caos absoluto*. Pero ese caos absoluto implicaría que sus componentes no tendrían ninguna relación entre sí, lo cual resulta impensable. Además, no se comprende cómo a partir de un puro caos podría surgir la estructuración que realmente se da en la naturaleza, ya que esa estructuración se basa en la existencia de relaciones cooperativas entre las entidades naturales de todos los niveles.

De hecho, las teorías que buscan la unificación de las interacciones básicas consisten en modelos que poseen una simetría muy elevada, que es todo lo contrario del desorden. En la medida en que tales teorías reflejen estadios primitivos de la naturaleza, suponen que esos estadios poseerían un grado de orden y estructuración muy superior al actual. Se

trataría de una estructuración muy simétrica, en la que no existiría la gran variedad de estructuras particulares que observamos en la actualidad. Pero nada tendría que ver con el desorden o el caos; por el contrario, esas teorías postulan la existencia de simetrías muy ordenadas cuyas sucesivas rupturas habrían conducido a la diversificación de las entidades naturales.

3. El concepto de naturaleza

En los dos apartados anteriores se ha mostrado que las entidades naturales poseen un dinamismo propio y una estructuración espacio-temporal. Se puede dar un paso más, afirmando que existe un *entrelazamiento del dinamismo y la estructuración* . Ese entrelazamiento permite formular una caracterización de la naturaleza que reviste un particular interés, ya que recoge lo que hay de positivo en las conceptualizaciones clásicas y lo integra en una perspectiva coherente con la cosmovisión actual.

3.1. *El entrelazamiento del dinamismo y la estructuración*

Al hablar de entrelazamiento de dinamismo y estructuración queremos decir, en resumen, que el dinamismo natural produce resultados que tienen una estructuración; que la estructuración es, a su vez, fuente de dinamismo; y que dinamismo y estructuración se encuentran compenetrados y, por así decirlo, fundidos en una única realidad: no son dimensiones meramente yuxtapuestas de modo externo,

sino aspectos de una única realidad que es, al mismo tiempo, dinámica y estructural.

Para representar la naturaleza recurrimos a conceptos *estáticos* y *dinámicos*. Ambos aspectos se encuentran no sólo relacionados, sino *inter-penetrados* . Lo estático y lo dinámico son aspectos reales de la naturaleza, pero no son independientes ni totalmente autónomos. Afirmar el entrelazamiento del dinamismo y la estructuración equivale a subrayar que en la naturaleza no existen aspectos puramente dinámicos ni puramente estáticos, y que tanto el dinamismo como la estructuración atraviesan toda la naturaleza y se condicionan mutuamente: no se relacionan sólo de un modo externo, sino que se encuentran entrelazados, inter-penetrados, compenetrados.

Ese entrelazamiento se realiza según modalidades muy diferentes, que corresponden a la gran variedad de entidades naturales. Pero existen aspectos generales que, en mayor o menor medida, se dan en todos los casos. Se señalan a continuación seis aspectos de ese tipo, que ilustran en concreto el entrelazamiento del dinamismo y la estructuración.

a. *El dinamismo del mundo físico se encuentra inmerso en estructuras de tipo espacio-temporal* . Los seres físicos tienen extensión, tienen partes que se distribuyen de acuerdo con un orden espacial, ocupan un lugar, y su actividad se realiza a través de procesos que tienen una duración temporal. El dinamismo físico es el despliegue de una espontaneidad que se relaciona con condiciones espacio-temporales.

b. *El dinamismo produce estructuración*. Las estructuras físicas son el resultado del despliegue del dinamismo natural. Las interacciones microfísicas, las reacciones químicas, y en general los diferentes procesos

físico-químicos, tienen como resultado estructuras espacio-temporales. En el ámbito biológico resulta especialmente patente la producción de estructuras como resultado del dinamismo natural, pero lo mismo sucede también en los niveles físico y químico.

c. *La estabilidad de las estructuras depende de la existencia de equilibrios entre los diferentes dinamismos que intervienen en cada situación concreta* . En la naturaleza existen muchos aspectos estructurales estables, pero esto no significa que estén sustraídos al dinamismo. Incluso lo que parece más estable en la naturaleza está sometido a procesos. La materia inerte sólo es inerte bajo ciertos aspectos. Existen muchos tipos de equilibrios estáticos y dinámicos; se trata de estados estacionarios que son el resultado de la confluencia de diferentes dinamismos. Si cambian las condiciones que mantienen el equilibrio, se manifiesta el dinamismo que, en la situación de equilibrio, estaba latente. En la experiencia ordinaria, el carácter relativo de la estabilidad estructural permanece frecuentemente velado, debido a que vivimos en un ámbito en el que existen muchos estados de equilibrio.

d. *La estructuración es origen de nuevos dinamismos.* La formación de nuevas estructuras da lugar a nuevos tipos de dinamismo. Los sistemas naturales tienen un carácter *holístico*; poseen propiedades propias del sistema como un todo, que no se reducen a una mera suma algebraica o a una yuxtaposición de las propiedades de los componentes, y su dinamismo posee también dimensiones que son características del sistema como una totalidad. Por tanto, la formación de nuevos sistemas holísticos da lugar a tipos de dinamismo que no existían anteriormente.

e. *El dinamismo natural se encuentra entrelazado con estructuras espaciales.* El dinamismo se encuentra como

almacenado en estructuras, dando lugar a *virtualidades* cuyo despliegue depende de las circunstancias externas. Como ejemplos ilustrativos pueden mencionarse la valencia química de los átomos, que depende de su estructura electrónica, y la actividad de entidades bioquímicas tales como los ácidos nucleicos y las proteínas, que depende también de la estructura de esas entidades. Muchos fenómenos se explican mediante las fuerzas electromagnéticas, que dependen de la distribución de las cargas eléctricas.

f. *Los nuevos niveles de estructuración poseen un dinamismo y una estructuración propios que no destruyen los que se dan en los niveles inferiores, sino que los integran.* Los despliegues del dinamismo natural tienen su origen en estructuras, y a su vez producen estructuras. El dinamismo se ramifica en nuevas estructuras y nuevos dinamismos. El despliegue del dinamismo natural origina estructuras que, a su vez, son fuente de nuevas manifestaciones del dinamismo. De este modo se da una ramificación del dinamismo y de las estructuras, en niveles que se superponen.

3.2. *Caracterización de la naturaleza*

Proponemos ahora describir la naturaleza mediante el entrelazamiento del dinamismo y la estructuración.

Esta propuesta significa, ante todo, caracterizar lo natural mediante su *actividad*. En efecto, expresa qué tipo de actividad corresponde a lo natural. La actividad natural responde a un *dinamismo propio*, cuyo despliegue se realiza en función de las circunstancias y está condicionado por

ellas, pero no proviene sólo de las circunstancias externas. El despliegue del dinamismo se encuentra inter-penetrado con una *estructuración espacio-temporal*, de tal manera que el dinamismo y la estructuración se condicionan mutuamente: el dinamismo se despliega de acuerdo con estructuras espacio-temporales, y las estructuras son el resultado del despliegue del dinamismo. Por tanto, lo natural puede caracterizarse por el *entrelazamiento de dinamismo y estructuración.*

El alcance de esta caracterización queda más claro si se tienen en cuenta las dificultades que encierra cualquier definición de la naturaleza. Si se parte de una noción *extensiva*, o sea, de la naturaleza como conjunto de seres, inmediatamente se plantea la necesidad de concretar qué tipo de seres son los que componen la naturaleza. Por tanto, resulta imprescindible definir un concepto *intensivo*, que exprese las características de las entidades naturales. Más adelante examinaremos las principales propuestas que suelen formularse para conseguir esa definición, y comprobaremos que comportan dificultades nada triviales. En cambio, si caracterizamos lo natural mediante el entrelazamiento de dinamismo y estructuración, esos problemas se simplifican.

En efecto, el punto de partida es el dinamismo natural. Se trata de un aspecto de la naturaleza que es manifiesto ante la experiencia ordinaria y que viene corroborado por el progreso de las ciencias: la actividad científica supone que existe el dinamismo natural, y sin este supuesto ni siquiera tendría sentido.

Que el dinamismo propio es una característica básica de la actividad natural, y que debe ocupar un primer lugar en nuestras ideas acerca de la naturaleza, parece, pues, estar fuera de duda. Pero, ¿puede decirse lo mismo de la estruc-

turación?, ¿no se trata, en este caso, de una exigencia demasiado rigurosa, que nos exigiría un examen previo del orden natural para comprobar en qué grado puede decirse que la naturaleza está ordenada?

El problema desaparece si se advierte, tal como aquí se ha hecho, que cuando decimos que la estructuración es una característica básica de la actividad natural, no pretendemos afirmar que en la naturaleza exista un orden perfecto bajo cualquier punto de vista, ni menos aún que podamos conocerlo exhaustivamente. Se trata de una afirmación más concreta y fácilmente comprobable: la actividad natural se despliega en relación con patrones estructurales y dinámicos en las dimensiones espacio-temporales. La experiencia ordinaria lo manifiesta, y el progreso científico amplía notablemente el alcance de esa afirmación. Si se desea determinar con exactitud el alcance y las modalidades de la estructuración, debe recurrirse a investigaciones particulares. Pero no es necesario un conocimiento completo de todos los procesos naturales para advertir que el entrelazamiento del dinamismo y la estructuración es una característica fundamental de la naturaleza.

Podría objetarse que, si bien esa caracterización corresponde a la actividad natural tal como se da en la realidad, sería, no obstante, demasiado indeterminada. Esta objeción tiene una base real. En efecto, nuestra caracterización no agota lo que puede decirse acerca de la naturaleza. Sólo proporciona el escenario que sirve de marco a los actores. Pero el escenario es fundamental; si se situasen los actores delante de un escenario inadecuado, la representación resultaría ininteligible. Más adelante, cuando examinemos los sistemas naturales, entrarán en escena nuevos actores; pero es muy importante que encuentren el escenario adecuado, y esta es la función de la caracterización básica de

la naturaleza mediante el entrelazamiento del dinamismo y la estructuración.

Esta caracterización puede ser considerada como una propuesta cuyo valor depende de su adecuación a la realidad y de su fecundidad para explicar los problemas que se plantean en torno a la naturaleza. Las reflexiones que ya se han expuesto muestran que la propuesta corresponde a la realidad, tal como se nos manifiesta ante la experiencia ordinaria y en el conocimiento científico. La fecundidad de la propuesta quedará patente al análizar otras caracterizaciones, en los apartados siguientes, y cuando más adelante la utilicemos para afrontar los problemas filosóficos que plantea el estudio de la naturaleza.

No se trata de un enfoque, por así decirlo, monopolístico. En la reflexión acerca de la naturaleza es posible y legítimo adoptar diferentes perspectivas. Nuestra caracterización responde a un enfoque cuasi-fenomenológico, que consiste en tomar como punto de partida algunas facetas especialmente relevantes de la naturaleza. No se trata de una definición en sentido estricto. Se trata de un punto de partida, de una perspectiva que es compatible con otros enfoques, puntos de partida o definiciones. Mediante esa caracterización buscamos la claridad, la coherencia y la fecundidad explicativa.

Que el enfoque sea cuasi-fenomenológico no significa que sea puramente descriptivo. Es inevitable utilizar interpretaciones. Pero las interpretaciones que implica nuestra caracterización corresponden a la realidad, tal como se ha puesto de manifiesto al explicar el significado del dinamismo, de la estructuración y de su entrelazamiento.

3.3. *Lo natural, lo artificial y lo racional*

La caracterización de lo natural mediante el entrelazamiento del dinamismo y la estructuración permite distinguir lo natural frente a lo *artificial* y lo *racional*.

Consideremos, en primer lugar, *lo artificial*. En sentido estricto, lo artificial no tiene un dinamismo propio: sólo lo tienen las entidades naturales que lo componen. Lo artificial tiene una estructuración espacio-temporal que responde a un proyecto exterior, planeado por el artífice. Esa estructuración no es el resultado de un dinamismo propio. La independencia respecto a la intervención humana caracteriza a la actividad natural frente a la artificial, y refleja que lo natural responde a un principio interior propio, a un dinamismo que no depende de la voluntad humana; su estructuración es el resultado del despliegue de un dinamismo propio.

El dinamismo natural tiene una consistencia propia que no depende de la voluntad humana. Cuando fabricamos artefactos, utilizamos el dinamismo natural, pero no podemos cambiarlo. El despliegue del dinamismo natural responde a tendencias que son independientes de nuestra actividad. Podemos intervenir en los procesos naturales, pero nuestra intervención se limita a encauzar el dinamismo natural.

La actividad de los artefactos corresponde a un orden estructural que les viene dado desde fuera, de acuerdo con el proyecto de quien los ha fabricado. Sin duda, la actividad de algunos artefactos, tales como un automóvil, un ordenador o un robot, manifiesta un dinamismo unitario y, en ese sentido, se asemeja a la propia de los entes naturales. Sin embargo, la estructura y el funcionamiento de esos

artefactos depende de acciones humanas libres, de un proyecto que interfiere con el dinamismo natural sin que pueda modificarlo.

En algunos casos, la intervención humana sobre la naturaleza produce entidades que son idénticas a entidades naturales que ya existen o que, aunque no existan previamente, poseen la unidad estructural y dinámica característica de las entidades naturales. Lo artificial es, entonces, nuestra intervención en el proceso de producción. Pero ni siquiera en esos casos podemos modificar el dinamismo original de la naturaleza; sólo podemos encauzarlo.

Podemos precisar mejor la diferencia entre lo natural y lo artificial si distinguimos en lo natural un sentido *fuerte* y otro *débil*, utilizando la distinción, ya mencionada, entre pautas y estructuras. En sentido *fuerte*, lo natural se caracteriza por el entrelazamiento del dinamismo con *pautas* . En cambio, lo natural en sentido *débil* no se encuentra relacionado con pautas, sino con *estructuras* que no constituyen auténticas pautas. Por ejemplo, los estados de agregación típicos de muchos minerales, los sistemas ecológicos y un gran número de situaciones fácticas pueden ser calificadas como naturales en sentido débil; en efecto, son el *resultado de procesos naturales,* pero *su dinamismo y su estructuración no están integrados de modo unitario.*

Entre lo natural en sentido fuerte y en sentido débil existe una gran variedad de situaciones intermedias. Lo natural no corresponde a un concepto estrictamente unívoco. *Se da una gradualidad en lo natural* . Tan natural es un átomo como una piedra si consideramos solamente el modo de producción: tanto los átomos como las piedras se producen mediante procesos naturales; sin embargo, en los átomos se dan un dinamismo y una estructura mutuamente entrelazados que responden a tendencias unitarias de la

naturaleza y que se reproducen en muchos otros casos semejantes, mientras que las piedras son agregaciones cuya composición y estructuración varían de unos casos a otros. *La unidad natural del dinamismo, de la estructuración y de su entrelazamiento se da en diferentes grados*.

Algo semejante sucede con respecto a lo artificial. *Existe una gradación de lo artificial* . Una estatua es artificial en sentido estricto, puesto que se caracteriza por una forma que es producida de acuerdo con un proyecto humano. Una nueva variedad de plantas o de animales, obtenida mediante cruces dirigidos por el hombre, sólo es artificial en la parte que corresponde a la dirección humana: los procesos y sus resultados son estrictamente naturales. Las máquinas se encuentran en situaciones intermedias: una máquina mecánica es un simple instrumento en el cual el dinamismo natural se encauza a través de estructuras proyectadas por el hombre, mientras que una máquina cibernética posee mecanismos cuyo funcionamiento se asemeja al de los vivientes.

Pueden producirse de modo artificial entidades que poseen características naturales. Es lógico que se plantee la siguiente cuestión: ¿existen límites infranqueables, que nunca podrán ser alcanzados por procedimientos artificiales?

Aunque no siempre es fácil precisar los límites que podemos encontrar en la fabricación de artefactos, este problema no representa ninguna dificultad para nuestra caracterización de lo natural. El entrelazamiento del dinamismo y la estructuración significa que en la naturaleza existe una actividad propia que se desarrolla de acuerdo con pautas estructurales. La actividad humana consigue resultados que, en algunos aspectos, no sólo igualan a la naturaleza sino que la sobrepasan. Sin embargo, lo que puede

alcanzar la actividad humana depende completamente de las leyes propias de la naturaleza.

Los problemas que plantea el progreso tecnológico no afectan a nuestro planteamiento básico. Su incidencia filosófica se refiere a otro tipo de cuestiones; especialmente, a la explicación última de lo natural y a la diferencia entre lo natural y lo humano. Se trata de problemas metafísicos que serán analizados en la parte final de nuestro estudio. Ahora continuaremos nuestro análisis de la caracterización básica de lo natural, examinando las fronteras entre lo natural y lo humano.

Si consideramos la *actividad libre* propia de los sujetos *racionales*, advertimos que lo personal responde a un dinamismo que, si bien se encuentra relacionado con estructuras espacio-temporales, las trasciende.

Nuestro conocimiento intelectual incluye el sentido de la evidencia y de la verdad, la capacidad de reflexionar acerca de nuestros conocimientos, la posibilidad de formular argumentos y examinar su validez. La racionalidad nos permite proponernos fines y elegir medios, o sea, el ejercicio de la voluntad, que incluye la capacidad de amar y la libertad.

El ejercicio de estas capacidades se encuentra relacionado con lo natural. Somos seres naturales, no espíritus puros. Sin embargo, la racionalidad responde a un dinamismo que trasciende las condiciones espaciales y temporales. El dinamismo natural se encuentra condicionado por las pautas espacio-temporales, mientras que la actividad racional puede superar, al menos con la inteligencia y la voluntad, cualquier tipo de pautas naturales.

Un claro ejemplo de la singularidad humana es el progreso científico y tecnológico, que se fundamenta sobre

unos supuestos filosóficos que representan las condiciones de posibilidad de la ciencia y la tecnología. Algunos de estos supuestos tienen un carácter ontológico porque se refieren a la naturaleza; se trata, por ejemplo, de la existencia del dinamismo y estructuración, o sea, de un orden natural que tiene consistencia propia. Otros supuestos tienen un carácter gnoseológico, ya que se refieren a nuestras capacidades de conocer. No sólo podemos representarnos la naturaleza como objeto de nuestro conocimiento; también podemos construir modelos ideales, ponerlos en relación con la experiencia, examinar su coherencia teórica y su validez empírica, y utilizarlos para conseguir un dominio controlado de la naturaleza.

En definitiva, nuestra relación con la naturaleza es singular. Estamos sometidos a las leyes naturales, pero también podemos contemplarlas desde fuera, conocerlas y utilizarlas. Estamos inmersos en la naturaleza pero, al mismo tiempo, la trascendemos: la podemos contemplar, conceptualizar, objetivar y controlar.

La actividad natural se encuentra situada entre la actividad racional y la artificial, y combina dosis de ambas. Lo peculiar del mundo físico es la combinación del dinamismo interno y la estructuración espacio-temporal. Posee una espontaneidad que no es voluntaria y que se despliega a través de estructuras espaciales y temporales. Por tanto, puede decirse que lo natural es *el ámbito de la realidad que se caracteriza por un modo de obrar espontáneo relacionado intrínsecamente con estructuras espacio-temporales.*

Esta caracterización de lo natural es rigurosa y a la vez suficientemente amplia y realista. Permite distinguir lo natural respecto a lo artificial y lo libre. Expresa lo natural en función de su actividad, ya que se refiere al dinamismo interno, y añade la vinculación de ese dinamismo guarda

con respecto a la estructuración espacio-temporal. Por tanto, evita la dicotomía entre los aspectos estructurales y dinámicos de lo natural, cuya separación conduce fácilmente a equívocos. Y se limita a reflejar los caracteres básicos que son propios de todo lo natural, de modo que permite abarcar la gran variedad de aspectos reales de la naturaleza.

3.4. *Propiedades de lo natural*

Para comprender mejor el significado de nuestra caracterización de lo natural, consideraremos a continuación las propiedades principales que suelen utilizarse para definir la naturaleza. En concreto, analizaremos seis características que se encuentran estrechamente relacionadas con el mundo físico y que, con frecuencia, se consideran como propiedades de lo natural y se utilizan para definirlo. Suele decirse, en efecto, que lo natural es *sensible*, *corpóreo*, *material*, *espacio-temporal*, *cuantitativo*, y *necesario* (en contraposición a lo libre).

El análisis de estas propiedades pondrá de manifiesto que la caracterización de lo natural en función del entrelazamiento de dinamismo y estructuración recoge de modo suficiente lo que estas características significan, evitando, al mismo tiempo, sus inconvenientes.

a) *Lo corpóreo*

Cuando se califica a lo natural como *corpóreo* se subraya que las entidades naturales tienen *extensión*, ya que suele definirse lo corpóreo como lo que tiene dimensiones

espaciales. Sin duda, la extensión es una importante característica de las entidades naturales.

Pero el término *cuerpo* tiene también otras connotaciones. Por ejemplo, suele emplearse para designar el estado sólido de la materia, y por este motivo no se utiliza para hablar de entidades naturales tales como los campos de fuerzas, que desempeñan una importante función en las explicaciones físicas. Estas dificultades pueden soslayarse advirtiendo, por ejemplo, que los campos de fuerzas son *agentes* que tienen dimensiones espaciales e interactúan con los cuerpos.

Sin embargo, existe otra dificultad más grave: si bien la extensión es algo que pertenece a lo natural, no designa su modo de ser propio, ya que los artefactos también son cuerpos. Por tanto, el calificativo *corpóreo* no permite, por sí mismo, distinguir lo natural y lo artificial.

Nuestra caracterización no presenta estos inconvenientes. Se refiere a *lo natural* . No depende de representaciones particulares de la naturaleza. Se aplica tanto a las *entidades* como a las *propiedades* y a los *procesos*, y se extiende no sólo a las entidades corpóreas sino también a cualquier otro tipo de entidades naturales. Los ejemplos utilizados en nuestra argumentación suelen referirse a entidades corpóreas. Sin embargo, nuestra caracterización de lo natural es aplicable a todos los casos.

b) *Lo sensible*

En otras ocasiones, se caracteriza lo natural como lo *sensible* . En este caso se acentúa un importante aspecto de nuestra experiencia ordinaria, en la cual consideramos como

mundo físico lo que puede ser captado por nuestros sentidos.

Sin embargo, esta caracterización resulta incompleta porque deja fuera muchas entidades naturales, tales como las entidades microfísicas, que no son accesibles a la observación directa. Esto puede solucionarse ampliando la noción de lo sensible de modo que incluya también todo lo que se relaciona causalmente con lo que podemos percibir mediante nuestros sentidos. Esa ampliación es legítima, pero exige precisiones nada triviales si se desea darle un sentido riguroso. Puede objetarse, por ejemplo, que la inteligencia y la voluntad humanas actúan sobre entidades físicas y, sin embargo, no son entidades físicas.

Además, la caracterización no es profunda, porque las entidades naturales no sólo poseen atributos sensibles, sino también dimensiones inteligibles. Y lo sensible se refiere a nuestras posibilidades de observación, que son algo exterior a los entes naturales; por tanto, no refleja las características propias de lo natural.

Estos inconvenientes se evitan cuando se caracteriza lo natural mediante el dinamismo que le es propio, ya que este dinamismo no se refiere a nuestro conocimiento, sino que se encuentra en la realidad. Al incluir también la estructuración espacio-temporal se expresa suficientemente el carácter material de lo natural, y se evita al mismo tiempo definir lo natural en función de nuestras capacidades cognoscitivas.

c) *Lo material*

Lo corpóreo y lo sensible pueden ser considerados como aspectos de una propiedad más básica, la materialidad. Lo natural sería lo material.

Pero la caracterización de lo natural como algo material tropieza con la pluralidad de sentidos que se incluyen en el concepto de *materia*. Con frecuencia, lo material se identifica con lo sensible y lo corpóreo. En otras ocasiones, designa todo aquello que actúa como componente, o sea, aquello de lo que algo está hecho. Lo material no sólo se diferencia de lo espiritual, sino también de lo inmaterial; sin embargo, lo inmaterial puede ser natural: por ejemplo, en el conocimiento sensible se da una cierta inmaterialidad que pertenece, no obstante, al nivel natural. En su sentido más técnico, lo material se distingue de lo formal; pero lo formal no sólo se da en el nivel natural, sino que puede considerarse como una característica de lo natural que es aún más importante que lo material. Además, el concepto de materia suele utilizarse para denotar algo pasivo e inerte.

En nuestra caracterización, el dinamismo expresa que lo natural no se identifica con una materia pasiva e inerte, y la estructuración se refiere tanto a las dimensiones espacio-temporales como a los aspectos formales de lo natural. La combinación de ambos significa que lo natural sólo coincide con lo material en dos sentidos bien precisos: por una parte, en cuanto lo material se distingue de lo racional, y por otra, en cuanto lo material posee características cuantitativas.

d) *Lo espacio-temporal*

Por otra parte, lo natural incluye referencias al espacio y al tiempo. Lo *espacio-temporal* expresa dimensiones básicas de los entes naturales.

Pero se trata sólo de dimensiones que, si bien pertenecen a las entidades naturales, no reflejan su modo de ser fundamental. En efecto, también lo artificial posee dimensiones espacio-temporales. No bastan, por tanto, para caracterizar lo natural. Se trata de condiciones necesarias, pero no suficientes, para la conceptualización de lo natural.

La estructuración espacio-temporal indica que lo natural se despliega en el espacio y en el tiempo y que, por tanto, es cuantitativo. Pero esa estructuración se encuentra interpenetrada con el dinamismo natural: la estructuración es origen, resultado y condición del dinamismo. Por tanto, lo espacio-temporal y lo cuantitativo son aspectos importantes de lo natural, pero no bastan para caracterizarlo.

e) *Lo cuantitativo*

Podría pensarse que la cantidad proporcionaría la clave de las dificultades, ya que lo *cuantitativo* es una característica primaria del mundo físico. La extensión y la dimensionalidad son manifestaciones de la cantidad.

Sin duda, cualquier definición de la naturaleza deberá incluir una referencia a lo cuantitativo. Pero, de nuevo, sólo se trata de una condición necesaria, ya que también se da en lo artificial y no basta para expresar las características propias de lo natural.

f) *Lo necesario*

Por fin, cuando se califica lo natural como algo *necesario* en contraposición a lo racional, se alude al tipo de actividad propia de lo natural; se trataría de una actividad cuyo desarrollo seguiría unas pautas necesarias.

Sin embargo, aunque resulta legítimo contraponer la necesidad natural a la actividad libre propia del ser racional, esta afirmación significa poco más que la negación de la libertad. Cuando se dice que, a diferencia del ser libre, las entidades naturales actúan de modo necesario, en realidad se pretende simplemente resaltar que en ellas no se da la libertad. Además, si se desea precisar qué significa la necesidad natural, hay que abordar los problemas del determinismo, que no son nada triviales.

En cambio, ni el dinamismo ni la estructuración conducen a una idea determinista de lo natural. Dejan abierto el problema del indeterminismo. Es legítimo afirmar que lo natural se comporta de modo necesario o determinista si con ello simplemente se pretende resaltar que no se comporta de modo racional y libre. Pero sería deseable utilizar una terminología que no se preste a confusión. Frente a la actividad racional, la actividad natural puede ser calificada como material y necesaria, pero ambos calificativos suelen incluir connotaciones que van más allá de lo que se requiere para distinguir lo natural de lo racional.

3.5. *El conocimiento de lo originario*

Algunas dificultades para definir la naturaleza responden a la relación entre lo *natural* y lo *originario*.

En efecto, cuando se pretende concretar en qué consiste y dónde se encuentra el dinamismo natural, advertimos que cualquier presunta actividad espontánea se encuentra relacionada con acciones exteriores. No tenemos experiencia de ninguna actividad totalmente independiente, que se manifieste como puramente espontánea: *toda actividad se manifiesta a través de procesos que implican interacciones* . Algo semejante sucede con la estructuración. Si nos atenemos a las exigencias de la vida ordinaria, en muchos casos podemos simplificar el problema; pero desde una perspectiva filosófica el problema sigue existiendo.

El problema se plantea, con frecuencia, como la búsqueda de *lo elemental* . Se trataría de descomponer lo natural en sus aspectos constitutivos, hasta llegar a elementos simples que ya no puedan descomponerse ulteriormente y que serían los verdaderamente originarios y, por tanto, naturales. Este planteamiento condiciona, en gran parte, las caracterizaciones de lo natural que se han propuesto a lo largo de la historia.

El problema de lo elemental no tiene una solución definitiva . Esto se debe, por una parte, a la limitación de nuestro conocimiento: siempre será posible profundizar más en la determinación de los niveles elementales de la naturaleza. Además, todo lo natural posee dimensiones espaciales y temporales y, por tanto, puede descomponerse.

Sin embargo, estas dificultades no impiden la caracterización de lo natural. Puede afirmarse que una actividad es natural en un determinado nivel sin que sea necesario

resolver todos los interrogantes que se plantean en otros niveles. También es posible atribuir la espontaneidad a una actividad natural concreta aunque sólo conozcamos cómo se desarrolla en determinadas condiciones y no conozcamos todos sus posibles despliegues; basta tener en cuenta que nuestro conocimiento puede ser verdadero aunque sea parcial. Podemos conseguir un conocimiento que, aunque no sea exhaustivo, corresponda a las características reales de la naturaleza.

Por tanto, nuestra conceptualización de la naturaleza es legítima aunque no poseamos un conocimiento perfecto del nivel elemental. *La caracterización de lo natural y la determinación de lo elemental son dos cuestiones diferentes.* La caracterización de la actividad natural no depende de que podamos determinar cuáles son los elementos últimos. Podemos hablar de lo natural-originario en diferentes niveles, ya que, si bien existen relaciones entre los diferentes niveles, también existe una autonomía relativa de unos respecto a los otros.

4. CUATRO PERSPECTIVAS ACERCA DE LA NATURALEZA

Desde la antigüedad hasta nuestros días el concepto de naturaleza ha sido objeto de numerosas caracterizaciones. Examinaremos a continuación cuatro de ellas, señalando las coincidencias y discrepancias con la que hemos propuesto.

4.1. *La perspectiva aristotélica*

Aristóteles definió la naturaleza como un principio interno del que procede la actividad de los cuerpos. La posesión de ese principio distingue lo natural de lo artificial que, en la medida en que es artificial, no posee un principio interno de actividad. Aristóteles lo expresó en estos términos:

> "Entre las cosas que existen, algunas *existen por naturaleza*, algunas *por otras causas* . Existen por naturaleza los animales y sus partes, y las plantas, y los cuerpos elementales (tierra, fuego, aire, agua), pues decimos que estas cosas y las semejantes a ellas existen por naturaleza. Todas las cosas mencionadas presentan un rasgo en el que difieren de las cosas que no están constituidas por naturaleza. Cada una de ellas tiene en sí misma *un principio de movimiento y de reposo* (con respecto al lugar, o al crecimiento y disminución, o por alteración). Por otra parte, una cama y una capa y cualquier otra cosa de esta clase, en cuanto reciben esas designaciones (o sea, en tanto que productos del arte), no tienen un impulso innato a cambiar. Pero en cuanto sucede que están compuestas de piedra o de tierra o de una mezcla de las dos, tienen tal impulso, y precisamente en esa medida, lo que parece indicar que *la naturaleza es el principio y la causa del movimiento y del reposo para la cosa en la que ella reside inmediatamente, por sí y no por accidente*"[16].

La cita anterior comienza afirmando que "entre las cosas que existen, algunas existen *por naturaleza*, algunas *por otras causas* ". Por tanto, para comprender qué significa la naturaleza, hay que considerar esas "otras causas" que, para Aristóteles, son el *arte* y el *azar*. Suele decirse que naturaleza, arte y azar constituyen la *trilogía causal* de Aristóteles.

---

16. ARISTÓTELES, *Física*, II, 1, 192 b 8 - 23.

Para Aristóteles, el *arte*, que corresponde al sentido actual de lo *artificial*, se define como la producción por el entendimiento. Es la causa de aquellas cosas que son producidas por el hombre. Naturaleza y arte coinciden en ser causas en sentido propio. Pero se distinguen por el carácter *extrínseco* del arte, que no es un principio *inmanente* de lo producido, como lo es en cambio la naturaleza. En efecto, las cosas producidas por el arte no tienen en sí mismas el principio de su propia producción, sino que lo tienen en un entendimiento que está fuera de ellas.

Aristóteles afirmó que el sentido primordial de la naturaleza es la *forma*, que expresa el modo de ser propio de cada entidad. Lo artificial no tiene una forma como la propia de las entidades naturales, sino sólo una forma accidental:

> "si uno perfora un lecho y deja que se incremente en él la podredumbre, hasta el punto de que broten yemas o retoños, ciertamente no serán lechos lo que se produzca allí, sino madera. Esto muestra que es preciso distinguir la forma convencional y artificial que pertenece accidentalmente a la cosa, de la sustancia que ella es, la cual subsiste continuamente y subyace a las modificaciones accidentales"[17].

En la perspectiva aristotélica, la naturaleza y el arte son causas propias, mientras que el *azar* no lo es. El estudio del azar se encuentra muy relacionado con el problema de la finalidad. Finalidad y azar se excluyen. El azar no es una causa propia. Las causas propias, o sea, la naturaleza y el arte, tienden hacia objetivos definidos. En cambio, el azar es una causa accidental y, como tal, es indeterminada, ya que se debe a la interferencia accidental

---

17. *Ibid.*, II, 1, 193 a 12-17.

de diferentes causas propias. Por tanto, el azar no se superpone a la naturaleza como una causa propia[18].

Por otra parte, Aristóteles afirmó que la existencia de la naturaleza es algo evidente:

> "Que la naturaleza existe, sería absurdo intentar probarlo; ya que es obvio que existen muchas cosas de esa clase, y probar lo que es obvio por medio de lo que no lo es, es la señal de un hombre que es incapaz de distinguir lo que es evidente por sí mismo de lo que no lo es"[19].

Cuando se desciende a detalles particulares, las ideas de Aristóteles aparecen unidas a una cosmovisión que, en buena parte, ha sido superada por el progreso de las ciencias. Por este motivo, a veces se afirma que la caracterización aristotélica de la naturaleza sería insuficiente[20]. En concreto, la cosmovisión aristotélica incluye teorías acerca de los elementos, los movimientos naturales y los cuerpos celestes, que no pueden sostenerse en la actualidad. Nos referiremos ahora a estas cuestiones.

Según Aristóteles, es natural lo que se origina de un principio interior, y *se mueven por naturaleza los seres que se mueven a sí mismos por su propia acción*; por ejemplo todos los animales, y todo lo que tiene en sí el principio del movimiento[21]. El movimiento de los cuerpos se encuentra

---

18. Cfr. *ibid.*, II, 5 y 6.

19. *Ibid.*, II, 1, 193 a 3 - 6.

20. Por ejemplo, A. Mansion, uno de los más importantes comentadores de Aristóteles en nuestra época, ha afirmado que la definición aristotélica es demasiado frágil porque sólo se fundamenta en un análisis muy sucinto de la experiencia diaria y del lenguaje ordinario, añadiendo que la debilidad de esa definición repercute en la entera filosofía natural de Aristóteles: cfr. A. Mansion, *Introduction à la physique aristotélicienne*, 2ª ed., Vrin, Paris 1945, p. 101.

21. Cfr. ARISTÓTELES, *Física*, VIII, 4, 254 b 14 - 17.

relacionado con la teoría de los *elementos* y de los *lugares naturales* . Según la cosmovisión aristotélica, el universo es finito y la Tierra se encuentra en su centro. Los cuerpos están compuestos, en último término, por los cuatro elementos (tierra, agua, aire y fuego), cada uno de los cuales tiene una tendencia natural hacia su lugar propio: la Tierra, que ocupa el centro del universo, es el lugar natural del elemento tierra, y a partir de ese centro se sitúan, en orientación vertical, los lugares de los otros tres elementos. Por tanto, los movimientos de los cuatro elementos se relacionan con unos *lugares fijos del universo* . Los cuerpos compuestos por los elementos tienden hacia su lugar propio de acuerdo con su composición[22]. Esos lugares son los *lugares naturales* de los cuatro elementos, y los movimientos de los elementos hacia ellos son *movimientos naturales* .

¿De dónde surgen los movimientos naturales de los elementos? Se trata de una pregunta difícil, y Aristóteles era consciente de ello. Expuso sus ideas al respecto cuando intentó probar que todo lo que se mueve es movido por otro[23]. Su argumento procede por inducción, considerando tres casos posibles: las cosas que se mueven contra la naturaleza, las que se mueven según la naturaleza de modo que su movimiento deriva de ellas mismas, y las que se mueven según la naturaleza pero *cuyo movimiento no deriva de ellas mismas* . Este último caso es el que corresponde a los elementos, y Aristóteles añade que es el caso más difícil.

---

22. Cfr. *ibid.*, IV, 1, 208 b 8 - 22; IV, 4, 211 a 3 - 6; *Sobre el cielo*, I, 7, 276 a 10 - 12.

23. Cfr. ARISTÓTELES, *Física*, VIII, 4, 254 b 33 - 256 a 3.

Aristóteles afirmó que *es imposible decir que el movimiento de las cosas pesadas y ligeras deriva de ellas mismas*: en primer lugar, porque esto es una característica de la vida y es algo peculiar de los vivientes, y en segundo lugar porque, en ese supuesto, esas cosas podrían detener su propio movimiento. De ahí concluyó que el movimiento de los elementos hacia sus lugares propios se explica porque los elementos tienen una *tendencia natural* hacia esos lugares. Los elementos no se mueven a sí mismos: *contienen en sí la fuente de movimiento, pero no de causar el movimiento, sino de sufrirlo*. En definitiva, el movimiento natural de los elementos responde a un *dinamismo tendencial* . Las tendencias provocan un movimiento que se produce de manera espontánea, a menos que sea impedido por la actividad de otros cuerpos.

Las consideraciones anteriores permiten comprender por qué Aristóteles afirmó que la naturaleza es principio del movimiento y del *reposo*. Esta afirmación incluye el movimiento natural de los elementos hacia su lugar propio: en la cosmovisión aristotélica, esos movimientos tienen un término en el cual llegan naturalmente al reposo.

De acuerdo con estas ideas, lo natural también se relaciona con lo *violento*, que es lo que impide el desarrollo de las tendencias naturales y, por tanto, la realización de su fin[24]. La violencia proviene de causas extrínsecas. Como los lugares propios determinan los movimientos naturales, resulta que existe oposición no sólo entre el reposo y el movimiento, sino también entre los diferentes movimientos de un mismo cuerpo. Por ejemplo, cuando un animal salta, se da un movimiento que es natural en cuanto responde a una actividad propia, pero es anti-natural porque va contra

24. Cfr. ARISTÓTELES, *Metafísica*, V, 5, 1015 a 26 - 27.

la tendencia natural del cuerpo del animal que, debido a su peso, tiende hacia abajo.

Por otra parte, Aristóteles sostuvo que los cuerpos celestes describen un movimiento circular perpetuo, y por eso no los mencionó entre los entes naturales. En sentido estricto, para Aristóteles son naturales los seres generables y corruptibles, compuestos de los cuatro elementos. Sin embargo, en un sentido más amplio, la naturaleza incluye también a los cuerpos celestes, incorruptibles y eternos, pero móviles con movimiento de traslación circular[25].

En definitiva, la caracterización aristotélica de lo natural se encuadra en una cosmovisión que, en buena parte, está superada. Sin embargo, es fácil separar en ella los aspectos que siguen siendo válidos y los que dependen de esa cosmovisión; en efecto, los conceptos básicos no dependen de su aplicación a los elementos, a sus movimientos naturales y a los cuerpos celestes. Quien se proponga conservar las ideas esenciales de Aristóteles, puede hacerlo sin dificultad[26].

Nuestra caracterización de lo natural va más lejos. Afirma que las entidades naturales poseen un dinamismo propio, que ese dinamismo se despliega a través pautas espacio-temporales, y que el dinamismo y la estructuración están entrelazados. La caracterización aristotélica no afirma claramente ninguno de los tres aspectos, aunque es com-

---

25. Cfr. *ibid.*, XII, 1, 1069 a 30 - b 2.

26. Se encuentran valoraciones positivas de las ideas de Aristóteles, por ejemplo, en: A. PREVOSTI, *La Física d'Aristòtil. Una ciència filosòfica de la natura*, Promociones Publicaciones Universitarias, Barcelona 1984, pp. 207-239; A. QUEVEDO, *«Ens per accidens». Contingencia y determinación en Aristóteles*, Eunsa, Pamplona 1989, pp. 219-261.

patible con ellos y, de algún modo, los contiene implícitamente.

Si se prescinde de los detalles que se refieren a la cosmovisión antigua, las ideas aristotélicas acerca de lo natural son importantes. La caracterización de lo natural en función del entrelazamiento del dinamismo y la estructuración recoge sus aspectos válidos y los encuadra dentro de la cosmovisión actual, lo cual permite explicar con mayor claridad sus implicaciones filosóficas.

4.2. *El mecanicismo*

La principal doctrina que ha negado el dinamismo interno de lo natural es el *atomismo mecanicista*, que pretendía explicar la naturaleza mediante el movimiento local de partículas o entidades elementales *inmutables* y *pasivas*, cuya actividad procedería totalmente de causas externas.

El *mecanicismo* tuvo precedentes en los atomistas griegos y, en el siglo XVII, fue defendido por científicos y filósofos que lo consideraban como la filosofía coherente con la nueva ciencia. Tuvo gran influencia durante los siglos XVIII y XIX. De hecho, en la física clásica ya existían factores, como las fuerzas y los campos de fuerzas, que difícilmente se podían compaginar con el mecanicismo. Sin embargo, el éxito de la nueva física frecuentemente se interpretó como una prueba en favor de las ideas mecanicistas. Hubo que esperar varios siglos para que en el ámbito científico se manifestasen claramente las dificultades del mecanicismo. Las revoluciones científicas del siglo XX, especialmente la física cuántica y la teoría de la relatividad,

mostraron que los modelos mecánicos sólo son un tipo posible de modelos: sólo representan algunos aspectos de la naturaleza, y resultan inaplicables en el estudio de muchos fenómenos.

Fue Descartes quien formuló del modo más explícito la doctrina mecanicista. No negó que la materia posea movimiento. Antes bien, centró su atención en el estudio del movimiento e intentó determinar sus leyes. Las afirmaciones centrales del mecanicismo cartesiano son que la substancia corpórea se reduce a extensión; que todas las propiedades de las substancias corpóreas se reducen a lo cuantitativo, o sea, a la magnitud, forma y movimiento; y que todo movimiento se reduce a movimiento local, o sea, al desplazamiento de las partes de materia[27].

Descartes afirmó el carácter central del movimiento, pero, al reducir todo cambio al desplazamiento de lugar, la naturaleza quedaba desprovista de dinamismo interno. Descartes atribuía el movimiento de los cuerpos a un impulso original que Dios les había comunicado al crearlos, y añadía que, debido a la inmutabilidad divina, esa cantidad de movimiento permanecería constante a lo largo del tiempo[28]. La *conservación de la cantidad de movimiento* fue una de las leyes básicas de la física newtoniana y continúa siendo una ley fundamental de la física actual. A pesar de que la fundamentación que Descartes propuso de esta ley era claramente inválida y suponía una ilegítima derivación de la física a partir de la metafísica, Descartes afirmó que la conservación de la cantidad de movimiento era la primera

---

27. Cfr. R. DESCARTES, *Los principios de la filosofía*, 1ª parte, nº 53 (en: *Oeuvres*, editadas por Ch. Adam y P. Tannery, Vrin, Paris 1964, tomo IX -2, p. 48), y 2ª parte, nº 23 (*ibid.*, p. 75).

28. Cfr. *ibid.*, 2ª parte, nº 36 (en: *Oeuvres*, pp. 83-84).

ley de la naturaleza, y de ella derivó (recurriendo también a la inmutabilidad divina) su versión del *principio de inercia*, según el cual los cuerpos mantienen su movimiento mientras no actúen sobre ellos causas externas[29].

En definitiva, según el mecanicismo cartesiano, el dinamismo propio de los seres naturales se limitaba al desplazamiento y al choque, y el movimiento era un estado comunicado a la materia desde fuera, un impulso impreso por Dios en la creación que se conservaba a través de los choques. Esa perspectiva era coherente con una ingenua identificación de la ciencia natural con los modelos mecánicos de la nueva física matemática[30].

El nuevo enfoque matemático se mostró extraordinariamente fecundo para conseguir nuevos conocimientos acerca de la naturaleza. A la sombra de estos éxitos, el mecanicismo conceptualizó la materia en función de unas propiedades que resultan insuficientes para comprender el dinamismo y la estructuración de lo natural. En efecto, según el mecanicismo, la naturaleza sería el resultado de una combinación extrínseca de entidades inmutables que estarían sujetas a un dinamismo que quedaba reducido al desplazamiento de lugar y a los choques, y la estructuración sería una pura configuración espacial que no afectaría internamente a sus componentes. Esta representación no corresponde a los conocimientos actuales acerca de la naturaleza.

---

29. Cfr. *ibid.*, 2ª parte, nº 37 (en: *Oeuvres*, p. 84).
30. Cfr. *ibid.*, 2ª parte, nº 64 (en: *Oeuvres*, pp. 101-102).

4.3. *Dinamismo y energetismo*

En la actualidad, la balanza se ha inclinado hacia el otro extremo, que está representado por tres doctrinas relacionadas entre sí: el *dinamismo*, el *energetismo* y el *procesualismo*. Esas doctrinas subrayan, respectivamente, la relevancia de las fuerzas, la energía y los procesos, o sea, de los aspectos dinámicos de la naturaleza. Representan una reacción frente al atomismo mecanicista y ponen de relieve aspectos importantes que el mecanicismo dejaba de lado.

Sin embargo, en algunas ocasiones plantean dificultades, puesto que parecen substancializar el dinamismo.

Una forma típica de substancializar el dinamismo consiste en afirmar la *substancialización de la energía*. Quienes sostienen esta versión del *energetismo* suelen basarse en la *equivalencia entre masa y energía*, que es una consecuencia de la teoría de la relatividad y se manifiesta, por ejemplo, en la producción de partículas a partir de energía y en el proceso inverso. Pero estas razones no permiten afirmar la substancialización de la energía.

En efecto, la ecuación de Einstein es una relación matemática entre magnitudes físicas, la masa (no la materia) y la energía. Indica que los valores de esas magnitudes se relacionan mediante la fórmula $E = m \times c^2$, donde E es la energía, m la masa, y c la velocidad de la luz en el vacío. No se trata, por tanto, de una afirmación sobre los conceptos de materia y energía en un sentido filosófico. La energía de que habla la ciencia experimental es una magnitud que se define de acuerdo con un lenguaje matemático y con procedimientos experimentales, y lo mismo sucede con la masa y con las partículas: son conceptos cuyo

significado propio se encuentra en el terreno de la física matemática.

En determinadas circunstancias, a partir de energía se producen pares de partículas subatómicas (una partícula y su correspondiente antipartícula, por ejemplo un electrón y un positrón), y viceversa. Suele hablarse entonces de *creación* y *aniquilación* de materia. Desde luego, esos términos se utilizan en sentido metafórico, ya que no se trata de creación ni aniquilación en sentido propio, sino de procesos físicos en los cuales un estado físico se transforma en otro igualmente físico. Además, si bien se utiliza el término *materia* para designar las partículas, la energía también es algo material en el sentido filosófico del término.

En ocasiones se ha propuesto identificar la energía con la *materia prima* de la tradición filosófica, como si este concepto pudiese ahora concretarse en una realización física. En ese caso, todo estaría hecho de energía, y *las partículas no serían sino energía concentrada*. Werner Heisenberg, uno de los físicos que formularon la mecánica cuántica en la década de 1920, sostuvo estas ideas de modo explícito, en estos términos:

> "Todas las partículas elementales están formadas por la misma substancia, o sea, por energía. Son las formas que debe tomar la energía para convertirse en materia. Aquí aparecen de nuevo los conceptos de contenido y forma, o substancia y forma, de la filosofía aristotélica... La materia nace cuando la substancia energía toma la forma de una partícula elemental... Por tanto, las partículas elementales son las formas fundamentales que debe asumir la substancia energía para transformarse en materia, y estas formas deben estar determinadas por una ley fundamental que se puede expresar en términos matemáticos"[31].

---

31. W. HEISENBERG, *La scoperta di Planck e i problemi filosofici della fisica atomica*, en: W. HEISENBERG~E. SCHRÖDINGER~

Más recientemente, Karl Popper también ha afirmado que la materia es energía comprimida, añadiendo que, como las diferentes formas de energía se transforman unas en otras, la materia tiene la naturaleza de un *proceso*:

> "La materia no es una *substancia*, ya que no se conserva: se puede destruir y crear. Incluso las partículas más estables, los nucleones, se pueden destruir por colisión con sus antipartículas, transformándose su energía en luz. La materia resulta ser energía muy comprimida, transformable en otras formas de energía y, por consiguiente, posee la naturaleza de un *proceso*, dado que se puede convertir en otros procesos tales como la luz y, por supuesto, movimiento y calor"[32].

Estas afirmaciones se encuadran dentro de la crítica al mecanicismo atomista, y en ese contexto tienen una cierta validez. El mecanicismo afirmaba que la materia está compuesta de partículas indivisibles que no estarían sujetas a ninguna transformación: sólo podrían desplazarse. En realidad, el mundo microfísico es enormemente dinámico. Sin embargo, esto no justifica reducir la materia a energía. En efecto, la energía y las partículas de que habla el físico no corresponden a conceptos intuitivos ni filosóficos. Son construcciones teóricas que, si bien se refieren a la realidad, lo hacen a través de medios conceptuales y experimentales cuyo significado no puede extrapolarse directamente al ámbito filosófico.

El energetismo se encuentra relacionado con un *procesualismo* según el cual lo estable en la naturaleza no representaría sino momentos parciales dentro de un continuo devenir, que sería la realidad natural auténtica. El

---

M. BORN~P. AUGER, *Discussione sulla fisica moderna*, Einaudi, Torino 1959, p. 17.

32. K. R. POPPER~J. C. ECCLES, *El yo y su cerebro*, Labor, Barcelona 1980, p. 7.

procesualismo recoge las ideas básicas del energetismo y les añade una perspectiva diacrónica que contempla la naturaleza en su estado actual como el resultado de procesos evolutivos a escala cósmica y biológica.

Sin duda, la categoría de *proceso* desempeña una función importante en la cosmovisión actual, y la imagen procesualista tiene importantes puntos de contacto con la consideración del dinamismo como característica básica de la actividad natural. Sin embargo, el procesualismo extremo debe afrontar las dificultades del energetismo, a las cuales se añade la pulverización de la estabilidad natural.

Uno de los representantes clásicos del procesualismo fue Henri Bergson. El telón de fondo de toda su obra es un dualismo que contrapone lo estático y lo dinámico, y en el que triunfa lo dinámico. Frente al mecanicismo materialista, Bergson subrayó con acierto la importancia de los aspectos dinámicos, pero llevó su reacción hasta el extremo de afirmar, de algún modo, la *substancialización del cambio* . En sus propias palabras:

> "a decir verdad, no existe jamás inmovilidad verdadera, si entendemos por ello la ausencia de movimiento. El movimiento es la realidad misma, y lo que llamamos inmovilidad es cierto estado de cosas análogo a lo que sucede cuando dos trenes marchan a la misma velocidad, en el mismo sentido, en dos vías paralelas: cada uno de ambos trenes está entonces inmóvil para los pasajeros sentados en el otro. Pero una situación de este género, que es en suma excepcional, nos parece que es la situación regular y normal, porque es la que nos permite actuar sobre las cosas y también a las cosas actuar sobre nosotros... Siendo la inmovilidad aquello que nuestra acción necesita, la erigimos en realidad, hacemos de ella un absoluto, y vemos en el movimiento alguna cosa que se le sobreagrega. Nada es más legítimo en la práctica; pero cuando transportamos este hábito del espíritu al dominio de la especulación, desconocemos la

realidad verdadera, creamos, deliberadamente, problemas insolubles, cerramos los ojos a lo que hay de más vivo en lo real"[33].

Bergson criticó, con razón, que se atribuya a algunos aspectos de la realidad una inmovilidad absoluta. Afirmó, de nuevo con razón, que el dinamismo no es algo que se añade a una realidad inmóvil. Sin embargo, quizá debido al acento polémico de sus reflexiones, llegó a una conclusión difícilmente aceptable al afirmar que:

> "hay cambios, pero no hay, bajo el cambio, cosas que cambian: el cambio no necesita un soporte. Hay movimientos, pero no hay objeto inerte, invariable, que se mueva: el movimiento no implica un móvil"[34].

Ciertamente, no hay bajo el cambio un objeto *inerte* e *invariable*. Sin embargo, esto no impide que haya un sujeto *activo* y *variable*.

Por otra parte, en la perspectiva procesualista, en ocasiones se niega que sea legítimo hablar de *procesos individuales*, como si sólo existiera un gran *proceso total* en el cual no podrían distinguirse procesos singulares. Sin duda, existe ese proceso total y la individualidad de los procesos singulares es siempre relativa, puesto que sólo podemos considerar un proceso como individual si lo aislamos de sus relaciones con el resto del universo. Pero en muchos casos es posible determinar procesos singulares que tienen un comienzo y un final: esto resulta patente en el caso de la generación, desarrollo y muerte de los vivientes, y también en muchos procesos del mundo no viviente. Solamente debe tenerse en cuenta, en tales ocasiones, que el aislamiento de esos procesos es sólo relativo, lo cual

---

33. H. BERGSON, *El pensamiento y lo moviente*, Editorial La Pleyade, Buenos Aires 1972, pp. 117-118.

34. *Ibid.*, pp. 120-121.

implica tener en cuenta sus relaciones con el proceso total. Basta tener presente que los procesos singulares son individuales sólo a ciertos efectos y con una cierta aproximación.

El energetismo y el procesualismo subrayan, con razón, que el dinamismo se encuentra en el corazón mismo de la naturaleza, y que los aspectos individuales y estructurales de la naturaleza están englobados en el despliegue de un dinamismo natural que da lugar a un gran proceso cósmico, cuyas partes constituyen una unidad. Sin embargo, en algunas ocasiones parecen reducir la naturaleza a sus aspectos dinámicos, negando la consistencia de los aspectos estructurales. En realidad, sólo la combinación de lo dinámico y lo estructural proporciona una representación fidedigna de la naturaleza.

4.4. *El concepto de naturaleza ante la epistemología*

La definición de la naturaleza tropieza con otras dificultades que se deben a los problemas epistemológicos. Nuestra imagen de la naturaleza depende, en gran parte, de los conocimientos proporcionados por las ciencias. Pero la ciencia experimental es una construcción nuestra. No proporciona una simple reproducción o fotografía de la naturaleza. Por tanto, se requiere un cuidadoso análisis epistemológico para determinar lo que en las ciencias corresponde a la naturaleza y lo que se debe a nuestro modo de conceptualizarla.

Estas dificultades pueden ilustrarse analizando la siguiente definición de la naturaleza, propuesta por Eduard May:

> "Entendemos por naturaleza el conjunto de todas las cosas corpóreas y de los fenómenos a ellas vinculados, amén de los procesos y agentes que, de hecho o presuntamente, se hallan en su base, cuya existencia y cuyo modo de ser son independientes de nuestra voluntad y de nuestra acción"[35].

La definición es, aparentemente, clara y precisa. Utiliza, en primer lugar, el concepto colectivo de naturaleza como conjunto de seres. Después añade dos calificativos mediante los cuales se intenta determinar el ámbito de lo natural: se trata de *cosas*, y además, de cosas *corpóreas*. Evita las limitaciones implicadas por las idea de *cosa* y de *cuerpo* añadiendo que la naturaleza también incluye los respectivos *fenómenos*, *procesos* y *agentes* . Por fin, afirma que una característica básica de lo natural es su *independencia con respecto al hombre.*

Aunque la definición podría parecer satisfactoria, el autor advierte inmediatamente que "no es una definición unívoca y conduce derechamente a toda una serie de cuestiones dificilísimas, que constituyen la *problemática de los fundamentos* en la filosofía natural". Añade que esa problemática proviene de que "muchos de nuestros juicios acerca de la naturaleza no son sino interpretaciones de lo observado", lo cual "nos pone ante la cuestión de en qué grado nuestras proposiciones acerca de la naturaleza atañen efectivamente a ésta, es decir, a lo *no tocado* por el hombre"[36]. De hecho, May dedica a continuación muchas

---

35. E. MAY, *Filosofía natural*, Fondo de cultura económica, México 1975, p. 13.

36. *Ibid.*, pp. 13-14.

páginas a analizar lo que, en nuestro conocimiento de la naturaleza, corresponde a la naturaleza y a nuestras construcciones. Se trata de un problema difícil, acerca del cual se han propuesto interpretaciones diferentes e incluso opuestas.

Ya hemos subrayado que en la ciencia experimental alcanzamos conocimientos a los que puede atribuirse, cuando se encuentran bien fundamentados, una *verdad* que es *contextual* y *parcial* pero, al mismo tiempo, *auténtica*.

La verdad científica es *contextual* porque se refiere a enunciados que se formulan dentro de *marcos teóricos* que no vienen impuestos por la naturaleza y que incluyen *factores convencionales*. Cada teoría científica adopta una perspectiva especial que se fundamenta en la definición de conceptos básicos y en la adopción de criterios experimentales. Ningún concepto científico puede definirse recurriendo sólo a la experiencia. Ningún experimento tiene sentido sino a la luz de planes e interpretaciones.

Por consiguiente, la verdad científica es *parcial*. Esto es una consecuencia de su carácter contextual. Ningún punto de vista particular agota lo que puede conocerse acerca de la naturaleza. Además, dado que las teorías incluyen factores convencionales, siempre será posible conseguir conceptualizaciones mejores.

En la epistemología contemporánea existe unanimidad acerca de estos aspectos, y en consecuencia se da una fuerte tendencia hacia posiciones *instrumentalistas* según las cuales no existiría la verdad científica: las ciencias sólo proporcionarían instrumentos para el dominio práctico de la naturaleza. Sin embargo, el carácter contextual y parcial de la verdad científica no impide que se trate de una verdad *auténtica.*

De hecho, conseguimos conocimientos auténticos acerca de la naturaleza. La física proporciona conocimientos sobre la estructura de la materia hasta dimensiones del orden de 10^{-16} centímetros, la biología describe los mecanismos de la vida llegando a los miles de millones de bases que hay en el ADN de una sola célula, y estos conocimientos permiten dominar la naturaleza de modo manifiesto. Nuestra representación de la naturaleza contiene construcciones que en parte son convencionales, pero disponemos de recursos para conseguir, a través de esas construcciones, conocimientos auténticos acerca de la realidad.

De la definición de May podemos retener dos ideas. La primera es que lo natural tiene una existencia y un modo de ser independientes de nuestra voluntad y de nuestra acción. La segunda es que lo natural se relaciona estrechamente con lo corpóreo, bien sea porque se trate de cosas corpóreas, o porque se trate de fenómenos, procesos o agentes relacionados con lo corpóreo. Las dos ideas están recogidas en nuestra caracterización de la naturaleza, que incluye, además, la existencia de pautas estructurales y la interpenetración de esas pautas con el dinamismo natural: se trata de dimensiones básicas de la naturaleza que vienen avaladas por las ciencias. Nuestra caracterización supone una epistemología realista que reconoce los límites de las objetivaciones científicas, pero también afirma que las ciencias proporcionan amplios conocimientos acerca del dinamismo y la estructuración propios de la naturaleza.

Capítulo II
LOS PROCESOS NATURALES

Ante la experiencia ordinaria, la naturaleza se manifiesta a través de una gran variedad de procesos que se encuentran integrados en un proceso global unitario.

El estudio detallado de los procesos corresponde a la perspectiva *analítica*, que descompone el dinamismo natural en procesos particulares. La consolidación de la ciencia experimental en el siglo XVII se debió, en buena parte, a la aplicación de la perspectiva analítica, y de ahí resultó una representación según la cual la naturaleza se explicaría mediante la simple agregación de sus componentes.

El método analítico conserva su valor. Sin embargo, el ulterior progreso de las ciencias ha puesto de relieve la importancia de la perspectiva *sintética*, en la cual desempeñan una importante función los factores holísticos y direccionales. Se subraya que los sistemas, sus propiedades y su comportamiento tienen características globales que no se reducen a una simple yuxtaposición de los componentes.

Para conseguir una representación fidedigna del dinamismo natural se han de tener en cuenta las dos perspectivas.

1. La perspectiva analítica

Si se exceptúan las doctrinas atomistas, en el pensamiento antiguo el mundo se representaba como un cosmos unitario y jerarquizado, gobernado por principios estructurales, en el cual desempeñaban una función explicativa central los conceptos de forma y de finalidad. Sin embargo, la validez de esos conceptos entró en crisis cuando se consolidó la ciencia experimental en el siglo XVII. La nueva ciencia utilizaba una perspectiva analítica que parecía completamente ajena a las cuestiones relacionadas con formas y fines.

1.1. *El enfoque analítico en las ciencias*

El método analítico se presentó como una superación de las representaciones *antropomórficas* propias de la experiencia ordinaria. Correspondía a un nuevo modo de estudiar los procesos naturales: se trataba de examinarlos de modo *objetivo*, determinando sus leyes mediante el recurso a construcciones matemáticas y pruebas experimentales.

La perspectiva analítica descompone la complejidad real de la naturaleza en dinamismos particulares que, desde un punto de vista cualitativo, resultan equivalentes. No existen procesos privilegiados. Lo importante son las *leyes*. Los dinamismos particulares se relacionan mediante interacciones que responden a leyes. Bajo esta perspectiva, la naturaleza aparece como una *máquina*, que se explica mediante el análisis de sus componentes. Las piezas de la máquina actúan de acuerdo con unas mismas leyes. De ahí

resulta una imagen *indiferenciada* de la naturaleza, que deja fuera de consideración la *diversidad cualitativa*. En esa imagen no hay lugar para los conceptos relacionados con las *formas* y los *fines*.

En la época de la ciencia clásica, desde el siglo XVII hasta principios del siglo XX, en las ciencias se utilizó casi exclusivamente el método analítico. Este método contiene algunos aspectos que tienen un valor permanente, ya que se refieren al enfoque característico de la ciencia experimental. En efecto, cualquier disciplina científica se refiere a unos determinados factores y prescinde de otros. Por ejemplo, la mecánica clásica estudia fenómenos cuyos factores determinantes son las masas, las distancias y las fuerzas, y se aplica a cualquier sistema en el que existan esos factores; es igual que se trate de un reloj o una piedra o una persona humana: las leyes de la mecánica se aplican a cualquier entidad que posea las características que definen el objeto de la teoría, y nada dicen acerca de otras características. Algo semejante sucede con el electromagnetismo, la termodinámica y, en definitiva, con cualquier disciplina científica.

Bajo esta perspectiva, se supone que pueden aislarse los diferentes tipos de fenómenos. Para conseguirlo es necesario recurrir a experimentos en los cuales se pueden controlar las circunstancias; de este modo se consigue prescindir de los factores que podrían interferir con los fenómenos que se estudian.

El método analítico ha conseguido grandes éxitos. Disponemos en la actualidad de muchas explicaciones bien establecidas que se han conseguido gracias a su aplicación. Sin embargo, tiene limitaciones. Muchos fenómenos naturales resultan inexplicables mediante el simple análisis de sus componentes. Los dinamismos particulares se integran, produciendo nuevas estructuras que no son una mera

agregación de los componentes. En la naturaleza existen factores estructurales. Algunos avances científicos actuales se centran, en buena parte, en este tipo de problemas, para cuyo estudio se utiliza una perspectiva *sintética.*

Hasta una época reciente, no se disponía de conocimientos que hicieran posible formular representaciones unitarias de los sistemas naturales. Esto explica que, desde el siglo XVII, la ciencia estuviera ampliamente dominada por el enfoque analítico. En la actualidad, por vez primera en la historia, disponemos de conocimientos bien fundamentados que abarcan todos los niveles de la naturaleza y muestran las relaciones que existen entre ellos. Esto ha hecho posible que se haya avanzado en el conocimiento de los aspectos estructurales de la naturaleza, superando las limitaciones de la perspectiva analítica.

1.2. *La estratificación del mundo natural*

En el mundo existen varios niveles o estratos, cada uno de los cuales posee su propio dinamismo y estructuración. Esos niveles se encuentran jerarquizados, de tal manera que los estratos inferiores están integrados en los superiores.

En el ámbito de la *experiencia ordinaria*, la distinción principal es la que se da entre los seres inanimados y los vivientes. En el ámbito de los los seres inanimados, se distinguen grupos de entidades que corresponden aproximadamente a los cuatro elementos de la antigüedad: la tierra, el agua, el aire y el fuego. Los tres primeros son fácilmente identificables; el cuarto se relacionaba con algunos fenó-

menos atmosféricos colindantes con el mundo de los astros. La teoría de los cuatro elementos venía a ser una cosmovisión basada sobre la experiencia ordinaria, y afirmaba que todos los cuerpos están compuestos por combinaciones de los elementos que, a su vez, se transformaban unos en otros; por ejemplo, el agua se condensa en el aire de las nubes, del cual, a su vez, se origina el agua de la lluvia.

El progreso científico condujo a una nueva cosmovisión en la cual pueden distinguirse cinco niveles: el *físico*, el *químico*, el *astrofísico*, el *geológico* y el *biológico*. El nivel físico es el más fundamental, y las disciplinas científicas que se desarrollaron en primer lugar corresponden a teorías físicas que estudian los aspectos más generales de la materia. A medida que se dispuso de suficientes conocimientos en el nivel físico, se pudo consolidar la química. La consolidación de las disciplinas físico-químicas ha hecho posible el progreso sistemático en los demás niveles.

El *nivel físico* se refiere a las propiedades fundamentales de la materia, o sea, a las características que poseen todos los cuerpos. Estudia las leyes del movimiento, las leyes de los intercambios de energía, y, en general, el desarrollo de los procesos naturales con independencia de la estructuración propia de los diferentes niveles. Es el nivel básico, que se encuentra presente en todos los procesos naturales. Los demás niveles incluyen las características del nivel físico, y añaden las propias de los niveles superiores.

Dentro del nivel físico se encuentra el *nivel microfísico*, que comprende las entidades básicas, o sea, las partículas y fuerzas fundamentales, y los átomos. La teoría atómica se consolidó a lo largo del siglo XIX. En 1897 se identificó la primera partícula subatómica, el electrón, y en las primeras décadas del siglo XX se determinó la existencia

del núcleo atómico, compuesto por protones y neutrones, y rodeado de electrones. El conocimiento de la estructura del átomo abrió las puertas a la explicación de algunos fenómenos conocidos e hizo posible el descubrimiento de muchos otros que eran desconocidos. El progreso de la microfísica ha conducido a una nueva comprensión de la naturaleza en su nivel básico, ya que el nivel microfísico se encuentra presente en todos los fenómenos de los niveles superiores.

El *nivel químico* estudia las estructuras básicas de la naturaleza: las moléculas, las macromoléculas, y, en general, las substancias químicas y sus compuestos. La explicación de los procesos químicos remite a las leyes de la física. Las fronteras entre la física y la química no son netas, y puede hablarse del nivel físico-químico como el ámbito de los fenómenos naturales básicos, ya que se encuentra en la base de los demás niveles.

El *nivel astrofísico* se refiere a las estrellas y las galaxias. Casi toda la materia del universo se encuentra en este nivel. Las reacciones termonucleares que se desarrollan a temperaturas muy elevadas en el núcleo de las estrellas condicionan sus propiedades físico-químicas, su composición y magnitud, la energía que irradian, y el ciclo de su evolución. Este nivel pertenece por entero al ámbito físico-químico, pero los sistemas que lo componen poseen una estructuración claramente diferenciada.

El *nivel geológico* se refiere principalmente a la Tierra y, por extensión, a otros planetas que tienen propiedades semejantes. Se supone que los planetas se han formado como un subproducto de los procesos relacionados con las estrellas. Este nivel también pertenece al ámbito físico-químico y posee las características propias de las estructuras químicas.

Las relaciones del *nivel biológico* con el físico-químico son patentes. Sin embargo, los vivientes poseen características peculiares tales como la estructuración autorreguladora, la funcionalidad de los componentes en el organismo y la capacidad de reproducción.

El nivel físico-químico es la base sobre la cual se construyen los otros tres niveles que, a su vez, se encuentran relacionados entre sí. Por ejemplo, la vida funciona mediante mecanismos físico-químicos y es posible gracias a condiciones astrofísicas y geológicas muy particulares.

Desde el punto de vista histórico, el conocimiento de los cinco niveles ha progresado de acuerdo con su estratificación. La química se desarrolló sistemáticamente sólo cuando se dispuso de conocimientos suficientes en el nivel físico; a finales del siglo XVIII, la química se presentaba todavía como una colección de conocimientos empíricos carente de una sistematización adecuada, por lo cual Kant negó que se tratase de una ciencia rigurosa. La consolidación de la astrofísica ha exigido un conocimiento de las reacciones nucleares que sólo se ha conseguido en el siglo XX. Los grandes progresos de la biología molecular son posibles gracias a conocimientos científicos y desarrollos tecnológicos en la física y la química, que sólo han estado disponibles en la segunda mitad del siglo XX.

La estratificación de la naturaleza y el correspondiente desarrollo gradual de los conocimientos acerca de los diferentes niveles han condicionado las representaciones de la naturaleza. Por ejemplo, el enfoque analítico fue acompañado, en un principio, por una cosmovisión mecanicista que ha sido superada. Sin embargo, el enfoque analítico conserva su validez en el ámbito científico y proporciona importantes indicaciones para estudiar los procesos natu-

rales. En concreto, pone de relieve que los procesos naturales consisten básicamente en interacciones y equilibrios.

1.3. *Interacciones y equilibrios*

Bajo la perspectiva analítica, los procesos pueden representarse como interacciones que tienen como resultado la producción de equilibrios.

En este contexto, el concepto de *equilibrio* designa la integración de los dinamismos particulares en la producción de un resultado común. Puede tratarse de un equilibrio *estático*, en el que cesan los procesos, o de un equilibrio *dinámico*, cuando el resultado de las interacciones son otros procesos.

Solemos representarnos los procesos como la confluencia de un *dinamismo interno* y unas *circunstancias externas*. Esa representación tiene una base real. Resulta adecuada para muchos procesos de la vida ordinaria, para nuestros intereses prácticos, y también para el estudio de muchos problemas científicos. Sin embargo, supone escoger puntos de vista particulares. Aunque esa elección sea legítima, es posible elegir otros puntos de vista, también legítimos, en los que cambia qué se considera como dinamismo interno y como circunstancias.

En efecto, las *circunstancias externas* también responden a dinamismos internos de otras entidades. *La distinción entre dinamismo interno y circunstancias externas depende de puntos de vista*. Por ejemplo, tan legítimo es afirmar que la Tierra atrae a una piedra como afirmar lo contrario; en realidad, se trata de una atracción mutua, pero

debido a la gran diferencia de masas, la acción de la piedra resulta despreciable. La distinción entre dinamismo interno y circunstancias responde, con frecuencia, a la existencia de entidades que tienen una consistencia especial frente a las circunstancias que las rodean. En otras ocasiones se debe a perspectivas antropocéntricas; por ejemplo, decimos que una persona ha sido atropellada por un camión o que un camión ha atropellado a una persona, y no decimos, aunque sea igualmente cierto, que ha habido una colisión entre el camión y la persona, cuyos resultados han afectado a las dos partes.

En definitiva, los procesos naturales consisten en una confluencia de dinamismos particulares que concurren en la producción de un resultado unitario. Los dinamismos que intervienen en las interacciones se integran en un resultado común. En este sentido, los dinamismos concurrentes producen una situación de *equilibrio*, ya que no se destruyen, sino que se *integran*.

Ya hemos mencionado que los equilibrios pueden ser estáticos o dinámicos. El equilibrio es *estático* cuando los dinamismos concurrentes dejan de producir procesos; por ejemplo, cuando en una reacción química se produce un compuesto estable y cesa la actividad en el nivel químico. En los demás casos se producen nuevos procesos, y se da un equilibrio *dinámico*. El equilibrio dinámico es *estacionario* cuando existen aspectos que se mantienen estables a través de los cambios que se producen; es el caso, por ejemplo, de los movimientos periódicos que se repiten a intervalos determinados, tal como sucede con el movimiento de los planetas en el Sistema Solar.

En cierto sentido, *todos los equilibrios son dinámicos*, aunque contengan aspectos más o menos estables, ya que la estabilidad responde a un equilibrio de dinamis-

mos. Incluso las situaciones que parecen más estáticas responden a equilibrios de fuerzas.

En general, *los dinamismos particulares que intervienen en un proceso deben equilibrarse*. En efecto, si esto no sucediera, *existirían acciones que no producirían ningún efecto*. Por supuesto, existen acciones que no producen efectos apreciables, pero en esos casos lo que sucede es, o bien que no detectamos los efectos debido a su poca intensidad, o bien que los detectamos pero resultan despreciables bajo el punto de vista de nuestros intereses particulares.

Como consecuencia del equilibrio de los dinamismos, se forman *sistemas* o *estructuras*, que revisten modalidades muy diferentes. Cualquier estructura es repetible en principio, pero sólo algunas estructuras son, propiamente, *pautas* que se estabilizan y se repiten.

Entre las pautas estables y las estructuras variables existen diferentes grados de estructuración. La distinción entre pautas y estructuras es real, pero existen situaciones intermedias entre ambas. En el ámbito microfísico, muy alejado de nuestras posibilidades de observación directa, existen muchas pautas estables. Las entidades inorgánicas que existen en el ámbito de nuestra experiencia ordinaria suelen ser agregaciones. En el ámbito de los vivientes existen muchas pautas estables.

En la naturaleza existen muchos factores aleatorios. Sólo se forman pautas estables en circunstancias especiales. Existe una gran variedad de situaciones, en función de las condiciones que confluyen en cada caso concreto. Los equilibrios que resultan de la integración de los dinamismos particulares pueden ser contemplados como procesos de *adaptación*. Esto explica que *el principio darwinista de la adaptación* tenga una aplicación muy amplia; en efecto, si

se lo interpreta como expresión del equilibrio que resulta de las interacciones presentes en cada situación, no hace más que enunciar una característica general de los procesos naturales: los problemas surgen cuando se intenta dar a ese principio un contenido más concreto.

De algún modo, la actividad natural consiste en la *resolución de problemas*, porque cada interacción puede ser interpretada como un problema que se resuelve a través de los equilibrios adaptativos.

1.4. *Alcance de la perspectiva analítica*

Aunque los procesos naturales puedan ser contemplados, de modo genérico, como interacciones, en la naturaleza desempeñan una función básica las pautas.

Las pautas constituyen el esqueleto de la naturaleza, que se encuentra rodeado por sistemas un tanto aleatorios cuya unidad es muy variable. La analogía del esqueleto indica que, *si bien no todo son pautas, todo se articula en torno a las pautas.*

Sin embargo, sólo en una época reciente se ha comenzado a estudiar científicamente las pautas. La razón de este hecho se encuentra en el progreso gradual de los conocimientos científicos.

Propiamente hablando, *la perspectiva analítica nunca ha existido en estado puro, puesto que las leyes científicas siempre incluyen dimensiones estructurales*. El dinamismo natural siempre se encuentra entrelazado con la estructuración. Las leyes de la mecánica clásica, de la óptica, del electromagnetismo y de la termodinámica expresan aspectos

estructurales de los procesos; un proceso completamente indeferenciado, sin estructura, no se podría relacionar con leyes. Incluso podría decirse que el nacimiento sistemático de la ciencia experimental en el siglo XVII significó, por vez primera en la historia, la formulación de leyes estructurales bien fundamentadas. La naturaleza perdió los aspectos cualitativos propios de la experiencia ordinaria pero, a cambio, apareció gobernada por un conjunto de leyes que señalaban, de modo inequívoco, la existencia de un orden muy específico.

La perspectiva analítica continúa siendo un ingrediente fundamental de las ciencias. El trabajo científico se basa en la adopción de enfoques particulares y, en este sentido, la perspectiva analítica no está superada y nunca lo estará. Pero ahora es posible completarla con una perspectiva sintética.

2. La perspectiva sintética

Lo verdaderamente nuevo es que, a diferencia de lo que sucedía en épocas anteriores, ahora disponemos de amplios conocimientos acerca de todos los estratos de la naturaleza, de tal manera que es posible estudiar las pautas estructurales con rigor científico. Podemos conseguir representaciones unitarias en todos los niveles y relacionar esos niveles entre sí, completando la perspectiva *analítica* con la *sintética.*

Muchos trabajos en esta línea no pasan de ser sugerencias, lo cual resulta lógico si se tiene en cuenta la complejidad de los problemas. Pero se trata de estudios

rigurosos acerca de la formación y el desarrollo de las pautas estructurales, que desempeñan una función central en la naturaleza. Son pasos que permiten complementar la perspectiva analítica con la sintética, y tienen gran importancia en vistas a conseguir una representación fidedigna de la naturaleza.

La perspectiva sintética se encuentra estrechamente relacionada con dos tipos de procesos naturales: la *morfogénesis*, o producción de nuevas pautas, y la *replicación*, o producción iterativa de pautas ya existentes. Estos procesos muestran que en la naturaleza desempeñan una función central los factores relacionados con el *holismo* y la *direccionalidad.*

2.1. *La morfogénesis*

Morfogénesis significa producción de nuevas formas. Aquí utilizaremos este término para referirnos a la formación de pautas naturales típicas.

La morfogénesis ocupa un lugar destacado en el estudio de los fenómenos evolutivos. Sin embargo, para estudiarla no es necesario referirse a la evolución. La observamos en muchos fenómenos que se manifiestan en la experiencia ordinaria (por ejemplo, la generación y el desarrollo de los vivientes), y las ciencias descubren nuevas perspectivas en este ámbito, tanto en el nivel físico-químico como en el biológico.

La morfogénesis es menos patente en el nivel físico-químico que en el biológico; incluso parecería darse sólo en los vivientes. Esta idea responde a la representación de la

materia inorgánica como algo inerte. Por este motivo tienen especial interés los procesos que muestran la existencia de fenómenos morfogenéticos en el mundo físico.

Nos referiremos brevemente a la morfogénesis en el nivel biológico, y después a la existencia de la morfogénesis en el ámbito físico-químico, subrayando que, en todos los niveles, el despliegue del dinamismo natural se entrelaza con la estructuración, y que los procesos naturales se caracterizan por la direccionalidad y la cooperatividad.

a) *La morfogénesis en el nivel biológico*

En el nivel biológico, la morfogénesis es un hecho patente, ya que se produce en la generación y el desarrollo de cada viviente.

La biología molecular proporciona un conocimiento cada vez mejor del desarrollo de los vivientes. Por ejemplo, se comienzan a conocer los mecanismos de la expresión de los genes. La transcripción del gen es un proceso que comienza con la producción del ARN mensajero, que se desplaza desde el núcleo celular hasta el citoplasma; en los ribosomas se realiza la traducción del ARN, que tiene como resultado la síntesis de los aminoácidos y de las proteínas. En cada molécula del ADN de los genes existe un punto en el que se inicia la transcripción, gracias a la actividad de una enzima específica; la parte inicial de la molécula del ADN contiene elementos que controlan el proceso (los promotores), y otras regiones regulan el nivel de expresión (los amplificadores). Existen una serie de proteínas que reaccionan de modo específico con los promotores y ampli-

ficadores, y se las denomina *factores de transcripción* En este ámbito ya existen conocimientos bien fundamentados; sin embargo, los investigadores advierten que sólo "es el comienzo. El futuro nos habrá de deparar muchas sorpresas sobre los factores de transcripción y su modo de controlar la expresión de los genes"[1].

Los ejemplos acerca de la morfogénesis en el ámbito de la biología pueden multiplicarse con facilidad. Lo peculiar de la situación actual es que, por vez primera, comenzamos a comprender en detalle sus mecanismos.

Los procesos de morfogénesis muestran claramente el carácter dinámico y estructural de la naturaleza, así como el entrelazamiento entre ambos aspectos. Las entidades biológicas poseen un dinamismo propio, los dinamismos particulares cooperan en la formación de sistemas unitarios, y los diferentes niveles se encuentran conectados.

b) *La morfogénesis en el nivel físico-químico*

También en el nivel físico-químico existen procesos morfogenéticos. Esto resulta patente en algunos fenómenos que se manifiestan ante la experiencia ordinaria, especialmente en los que se denominan *transiciones de fase*, que en muchos casos consisten en el paso de la misma materia a través de los estados sólido, líquido y gaseoso. En cada uno

---

1. Estas palabras se encuentran en la conclusión del artículo: A. CELADA, *Factores de transcripción y control de la expresión génica*, Investigación y Ciencia, nº 179, agosto 1991, pp. 42-51, donde se resumen los conocimientos acerca de ese tema hasta la fecha indicada.

de esos estados, la materia adopta estructuras características.

Como ilustración consideraremos el fenómeno de la *cristalización*. La cristalización es un caso importante de morfogénesis en el nivel físico-químico. Se trata del proceso que tiene como resultado la formación de materiales sólidos en los cuales los átomos y moléculas que los componen se encuentran distribuidos de acuerdo con pautas específicas.

Se forman cristales en muchos procesos naturales. Los copos de nieve son monocristales y, si el enfriamiento es lento, se forman grandes monocristales de hielo en lagos helados.

El *crecimiento de los cristales* es el proceso en el cual los cristales aumentan su tamaño utilizando los materiales con los que están en contacto. Este proceso se debe a la ruptura del equilibrio que existe entre el cristal y el medio que lo rodea, y es una clara manifestación del dinamismo interno de la actividad natural en el nivel físico-químico. Ni siquiera en ese nivel de la materia, que comúnmente se denomina inerte, se da un comportamiento pasivo y propiamente inerte. En esos procesos se producen estructuras geométricas bien definidas.

Estos fenómenos constituyen un ejemplo de la estructuración de la actividad natural y de su carácter selectivo. La teoría reticular, que estudia las estructuras cristalinas, se encuentra sólidamente formulada. Se conocen también muchos detalles de la morfogénesis en el ámbito de los cristales. Todo ello contribuye a mostrar que, también en el

nivel físico-químico, la morfogénesis es un fenómeno básico, que no pertenece exclusivamente a los vivientes[2].

En el nivel físico-químico existen muchos otros fenómenos que pueden ser englobados dentro de la morfogénesis; este es el caso, por ejemplo, de la formación de las estructuras atómicas y moleculares, que son características de los procesos físico-químicos.

También se refieren a la formación de pautas los *fenómenos de punto crítico*, que se relacionan con las transiciones de fase y resultan muy adecuados para mostrar la cooperatividad y la direccionalidad de la actividad natural[3].

Consideremos un caso relativamente simple. La ebullición del agua a presión atmosférica se realiza a 100 grados centígrados y va acompañada de un cambio brusco de la densidad, que es mucho menor en el vapor que en el líquido. A presiones mayores, la temperatura de ebullición es mayor que 100 grados, y el cambio de densidad es menor que a 100 grados; esta tendencia continúa al aumentar la temperatura hasta que, a una presión de 218 atmósferas, para la cual la temperatura de ebullición es de 374 grados, la diferencia de densidades se anula. La presión y la temperatura de ese punto se denominan presión crítica y temperatura crítica, y son los dos parámetros que definen el *punto crítico* del fluido. A temperatura mayor que la crítica,

---

2. Cfr. J. M. GARCÍA-RUIZ, *Formas bajo criterio cristalográfico*, en: J. L. AMOROS (editor), *Forma y criterio*, Editorial de la Universidad Complutense, Madrid 1982, pp. 76-79.

3. Se encuentra una buena explicación de estos fenómenos en: A. BRUCE~D. WALLACE, *Critical Point Phenomena: Universal Physics at Large Length Scales*, en: P. DAVIES, P. (editor), *The New Physics*, cit., pp. 236-267.

sea cual sea la presión, sólo existe fase gaseosa, y el gas no se licúa. Por debajo del punto crítico, coexisten las fases líquida y gaseosa, con densidades diferentes.

En muchos otros fenómenos existen también puntos críticos. El principio básico que rige los fenómenos del punto crítico es la competición entre la medida de la *energía* de las configuraciones y el número de configuraciones posibles (relacionado con la *entropía*). En el curso de esta competición, el sistema se ve forzado a elegir entre un número de conjuntos de configuraciones microscópicas que son macroscópicamente diferentes.

Los fenómenos críticos se han estudiado desde el siglo XIX. Pero han sido objeto de especial interés a partir de los trabajos publicados en 1971 por Kenneth Wilson, quien recibió por ellos el Premio Nobel de Física de 1982.

Ese interés se debe, en buena parte, a la *universalidad* de los fenómenos en cuestión. Se ha reconocido que el problema se extiende a una entera clase de problemas físicos, tan dispares como el movimiento turbulento de fluidos y la interacción de los quarks, en los cuales se plantean problemas semejantes a los que se refieren a la región crítica. Además, se ha comprobado que el comportamiento de sistemas físicos muy diferentes (como un imán y un fluido), cerca de sus respectivos puntos críticos, presenta semejanzas notables.

Las técnicas matemáticas que se utilizan para estudiar estos fenómenos, conocidas bajo el nombre de *grupo de renormalización*, se aplican al estudio de muchos fenómenos, incluso a las interacciones de las partículas elementales. Por tanto, desde los fenómenos particulares que han servido como punto de partida, se llega hasta las teorías generales que se ocupan de las características fundamentales

de la naturaleza. El hecho de que exista una base común indica que el dinamismo, la estructuración, la organización y la cooperatividad, se encuentran presentes en todos los niveles de la naturaleza.

Resulta lógico que la morfogénesis ocupe un lugar central en el nivel físico-químico. En efecto, ese nivel es el fundamento del nivel biológico, y no se comprende cómo podrían formarse las pautas biológicas si no existieran los procesos de morfogénesis en el nivel físico-químico.

2.2. *Teorías morfogenéticas*

La importancia de la morfogénesis en el nivel físico-químico queda resaltada al considerar algunas teorías que pueden ser calificadas como morfogenéticas, porque estudian la formación de nuevas pautas estructurales. Estas teorías tienen una importancia cada vez mayor en las ciencias. Se encuentran bien establecidas en algunos aspectos, mientras que en otros suele mezclarse lo científico con ingredientes un tanto especulativos.

A continuación se alude a cuatro teorías de este tipo: la *termodinámica de procesos irreversibles*, la *sinergética*, la *teoría de catástrofes*, y las teorías acerca del *caos determinista*. Basta un examen de algunos aspectos básicos de estas teorías para advertir que ponen de relieve la importancia de la morfogénesis en el nivel físico-químico y la conexión de este nivel con el nivel biológico, así como la existencia de dimensiones holísticas y direccionales en los procesos naturales.

a) *La termodinámica de procesos irreversibles*

La termodinámica estudia los procesos energéticos. La termodinámica clásica, desarrollada desde el siglo XIX, es una teoría bien confirmada, pero viene a ser una *termostática*; en efecto, para estudiar los procesos físicos, los reduce a una sucesión de *estados de equilibrio* con propiedades simples y bien definidas.

Para tratar los problemas que surgen cuando las desviaciones del equilibrio ya no son pequeñas, Ilya Prigogine, Premio Nobel de Química en 1977, formuló la *termodinámica lejos del equilibrio*. Es una *termodinámica de procesos irreversibles*, porque permite estudiar transiciones reales en las cuales la dirección del tiempo impone diferencias. Y es una *termodinámica no lineal*, porque utiliza ecuaciones diferenciales no lineales, que tienen propiedades matemáticas singulares, de crucial importancia para la termodinámica lejos del equilibrio.

El ejemplo típico de los efectos que estudia esta teoría son las *celdas de Bénard*. Cuando un líquido es calentado desde abajo, se disturba su equilibrio termodinámico. Cuando la corriente de calor que atraviesa el líquido es pequeña, no se observan efectos especiales; estamos en el ámbito de la termodinámica clásica. Cuando la diferencia de temperatura a través del líquido excede un *valor crítico*, se produce un fenómeno completamente nuevo: las moléculas ya no siguen pequeños caminos irregulares, transportando el calor desde el fondo hasta arriba del líquido, sino que forman *celdas regulares*.

Otro fenómeno clásico es la *reacción de Belusov-Zhabotinski*; en reacciones químicas entre determinadas substancias, se producen concentraciones de diferentes

colores que varían rítmicamente con el tiempo, constituyendo auténticos relojes químicos.

Suele afirmarse que la termodinámica fuera del equilibrio proporciona una clave para comprender *cómo se originan espontáneamente estructuras de orden a partir del desorden*. Esto parece desafiar la segunda ley de la termodinámica, que postula el aumento de entropía (y, por tanto, del desorden). Pero este principio se refiere a sistemas *aislados*, en los que no hay intercambios de materia ni de energía con el medio; los sistemas aislados tienden hacia una homogeneización o desorganización progresiva. En cambio, en los sistemas *abiertos*, que intercambian materia o energía con el medio, y se encuentran lejos del equilibrio, puede suceder que el sistema permanezca en su estado, o que se deteriore, pero también puede darse la aparición espontánea de nuevas formas de organización.

En estos casos, se habla de la aparición de *orden mediante fluctuaciones*. Se trata de un sistema que es inestable porque algunas fluctuaciones, en vez de disminuir, pueden amplificarse y llenar todo el sistema, llevándolo a un funcionamiento cualitativamente diferente. El mantenimiento de las estructuras que se forman en sistemas lejos del equilibrio requiere un intercambio continuo de materia y energía con el exterior; por eso se las denomina *estructuras disipativas*.

Uno de los objetivos principales de esta teoría es *enlazar el nivel biológico con las leyes físico-químicas*. No se afirma una simple reducción; se admite que lo biológico constituye un nivel nuevo, pero relacionado con el físico-químico. Los sistemas biológicos son sistemas abiertos y alejados del equilibrio. La termodinámica no lineal proporciona indicaciones acerca de las bases físico-químicas de los fenómenos biológicos.

Esta teoría capta aspectos de la naturaleza a los que se prestaba poca atención anteriormente. Subraya los aspectos dinámicos y estructurales de la naturaleza. Pone de manifiesto que la naturaleza posee un dinamismo tendencial, gracias al cual se forman nuevas estructuras que son diferentes de lo que cabría esperar de una simple agregación de los componentes. Es una valiosa ayuda para advertir las deficiencias de la cosmovisión mecanicista. En definitiva, subraya con luz nueva los aspectos dinámicos, estructurales y tendenciales de la naturaleza[4].

b) *La sinergética*

La sinergética adopta un enfoque *inter-disciplinar* para estudiar los *fenómenos cooperativos*. Su fundador e impulsor es Hermann Haken, uno de los inventores del láser. Coincide con la línea de Prigogine porque estudia la formación de nuevas estructuras a partir de estados de menor orden, y de hecho, dedica bastante atención a los fenómenos de formación de estructuras lejos del equilibrio. La peculiaridad de la sinergética está indicada por su nombre. Se trata de estudiar los fenómenos cooperativos, o

4. Sobre la termodinámica de procesos irreversibles, puede verse: I. PRIGOGINE, *From Being to Becoming*, Freeman, San Francisco 1979, y *¿Tan sólo una ilusión?*, Tusquets, Barcelona 1983; I. PRIGOGINE~I. STENGERS, *La nueva alianza: metamorfosis de la ciencia*, Alianza, Madrid 1983, y *Entre le temps et l'éternité*, Fayard, Paris 1988. En estas obras, junto con la exposición de los aspectos científicos, suelen encontrarse reflexiones filosóficas que, en no pocos casos, resultan problemáticas.

sea, cómo se forman nuevas estructuras, cualitativamente diferentes, mediante la cooperación de elementos diversos.

El ejemplo paradigmático es el *láser*, en el cual los átomos se encuentran envueltos en una acción conjunta, emitiendo fotones de una misma frecuencia, gracias a un fenómeno coooperativo; así se logra luz monocromática de gran intensidad y precisión. Para ilustrar este fenómeno resulta útil pensar en la actuación de un coro compuesto por muchas voces cuando todas dan exactamente y al mismo tiempo la misma nota. La luz ordinaria se compone de fotones que tienen diferentes frecuencias (y, por tanto, longitudes de onda); cuando se consigue que los componentes de la fuente actúen de tal modo que emitan fotones de la misma frecuencia, toda la energía se focaliza para producir el mismo tipo de luz.

La sinergética subraya los aspectos *estructurales*. Uno de sus aspectos más interesantes es que pone de manifiesto *analogías entre sistemas muy diferentes*. Estudia la formación y reconocimiento de pautas, o sea, qué leyes gobiernan la formación de pautas en la naturaleza.

Uno de los aspectos centrales de esta perspectiva es la determinación de relaciones entre lo *macroscópico* y lo *microscópico*. Se busca comprender la aparición de nuevas cualidades de un sistema, en el nivel macroscópico, mediante la cooperación de subsistemas en el nivel microscópico. Una analogía gramatical es la relación entre letras y frases; mediante la disposición adecuada (o cooperación) de las letras (sub-sistemas), la sentencia total adquiere un sentido. La nueva cualidad depende de la disposición de los subsistemas. Dentro de ciertos límites, el sistema es estable frente a pequeñas perturbaciones. Una vez que se conoce el sentido, la secuencia de letras es una consecuencia.

La sinergética es un ámbito de investigaciones interdisciplinares muy amplio, en el que se relacionan los niveles físico, químico y biológico. En ocasiones, se intenta aplicar este enfoque al estudio del comportamiento de los vivientes, a la sociología y a la economía. Desde luego, existe el peligro de llevar demasiado lejos las analogías entre las ciencias naturales y las humanas.

En el nivel natural, la sinergética abre perspectivas muy interesantes, en una línea semejante a la señalada a propósito de la termodinámica de procesos irreversibles. Pone de manifesto que la naturaleza posee un dinamismo interno que se desarrolla de acuerdo con pautas y que tiene como resultado la formación de estructuras. Subraya que en la naturaleza se da una gran variedad de procesos cooperativos que conducen hacia múltiples formas de orden y organización. Queda también resaltada la unidad de la naturaleza y la conexión entre sus diferentes niveles[5].

---

5. La editorial Springer (Berlin- Heidelberg-New York-Tokyo) publica una serie de libros dedicada a la sinergética. Pueden servir como introducción: H. HAKEN, *Synergetics. An Introduction*, 1977, y H. HAKEN, *Pattern Formation and Pattern Recognition. An Attempt at a Synthesis*, en: H. HAKEN (editor), *Pattern Formation by Dynamic Systems and Pattern Recognition*, 1979, pp. 2-12. Una introducción divulgativa se encuentra en: H. HAKEN, *Secreto de los éxitos de la naturaleza. Sinergética: la doctrina de la acción de conjunto*, Argos Vergara, Barcelona 1984. También en este ámbito suelen encontrarse perspectivas filosóficas discutibles.

c) *La teoría de catástrofes*

Otra teoría morfogenética es la *teoría de catástrofes*. Se trata de una teoría *matemática*, formulada por René Thom, quien recibió la medalla Field de Matemáticas en 1958. Estudia sistemas con un comportamiento regular que, en determinados momentos o lugares, presenta *discontinuidades* que son denominadas *catástrofes*. Se centra en el estudio de las discontinuidades o *singularidades*, sin referirse a los mecanicismos subyacentes.

Las *catástrofes* son cambios bruscos que surgen como respuesta repentina de un sistema a un cambio suave en las condiciones externas. En este aspecto, la teoría de catástrofes se relaciona con la termodinámica no lineal, con la sinergética, y con las teorías sobre el caos. Se aplica a muy diferentes sistemas, y suele subrayarse en especial su relación con lo biológico. A pesar de su carácter matemático, propone explicaciones más bien *cualitativas*, ya que se centra en fenómenos que raramente poseen modelos completos.

Las idea básica de la teoría es que, en determinadas condiciones que la teoría intenta precisar y que implican discontinuidades, se forman estructuras nuevas. Se trata de estructuras dinámicas que poseen una relativa estabilidad, y que son engendradas gracias a un mecanismo subyacente. La teoría estudia las condiciones generales de ese dinamismo, prescindiendo de la naturaleza particular de las estructuras que se forman. Permite predecir el comportamiento *cualitativo* a partir de pocos supuestos. Por ejemplo, puede haber 50.000 parámetros asociados a la observación, y la teoría muestra que sólo un pequeño número de ellos (tres, por ejemplo), desempeñan una función rele-

vante. Sobre esa base, se estudian *siete tipos de catástrofes elementales:* pliegue, cúspide, cola de milano, mariposa, pirámide, bolsillo, seta.

El presunto valor general de la teoría y de sus implicaciones filosóficas es controvertido. Se ha discutido tanto su valor científico como la generalidad de sus aplicaciones. Algunos afirman que tiene aplicaciones de tipo filosófico; por ejemplo, respecto a los problemas alma-cuerpo y mecanicismo-finalismo, afirmando que, por vez primera en la historia, es posible pensar matemáticamente en el ámbito de disciplinas no experimentales. Es fácil, en este terreno, llegar a extrapolaciones que salen fuera del ámbito científico y poseen un dudoso rigor, lo cual no impide que la teoría pueda resultar valiosa como ayuda para comprender algunos aspectos de la naturaleza subrayados por la cosmovisión moderna: concretamente, el holismo o comportamiento de las totalidades en cuanto tales, el dinamismo, la estructuración, y la unidad de la naturaleza[6].

---

6. Sobre la teoría de catástrofes y algunas polémicas en torno a ella, puede verse: P. T. SAUNDERS, *Una introducción a la teoría de catástrofes*, Siglo XXI, Madrid 1983; A. WOODCOCK-M. DAVIS, *Teoría de las catástrofes*, Ediciones Cátedra, Madrid 1986; V. I. ARNOLD, *Teoría de catástrofes*, Alianza, Madrid 1987; y los escritos de R. THOM: *D' un modèle de la science à une science des modèles*, Synthèse 31 (1975), pp. 359-374; *Parábolas y catástrofes*, Tusquets, Barcelona 1985; *Estabilidad estructural y morfogénesis*, Gedisa, Barcelona 1987.

d) *El caos determinista*

Las *teorías sobre el caos* también se presentan como un nuevo paradigma científico. Son abundantes los estudios sobre el caos: en sistemas hidrodinámicos, en circuitos eléctricos, en láseres, en reacciones químicas, y en muchos otros campos. Se trata de un nuevo paradigma que se extiende a fenómenos muy diversos.

Este tipo de estudios se desarrolló especialmente a partir de los trabajos matemáticos de Edward Lorenz en 1963. Se trataba de tres ecuaciones diferenciales no lineales que no admitían soluciones periódicas estables. Las trayectorias permanecen en una región alrededor de las soluciones estacionarias, sin llegar a cerrarse nunca, y presentan un aspecto errático, o sea, son muy irregulares. Ese comportamiento no se debe a que haya infinitos grados de libertad; sólo hay tres. Tampoco puede achacarse a imprecisiones de cálculo. En esos fenómenos, trayectorias inicialmente cercanas divergen exponencialmente en el tiempo.

La conclusión era que, aun tratándose de un sistema *determinista*, su evolución es intrínsecamente *impredictible*. Sólo se podría determinar la posición del sistema en un futuro lejano si se conocieran con total precisión las condiciones iniciales, pero esto es imposible, según el principio de indeterminación de la mecánica cuántica.

En 1971, David Ruelle y Floris Takens publicaron un artículo clásico, formulando una teoría general de lo que llamaban *atractores extraños*, de los que el atractor de Lorenz era un caso particular. En sistemas que disipan energía, las trayectorias son *atraídas* hacia una región, pero son extremadamente sensibles a las condiciones iniciales.

Se denominan también *atractores caóticos* o *atractores fractales* (relacionados con la dimensión fractal de Mandelbrot).

En estas teorías, se denomina *caos* al comportamiento errático de unas trayectorias deterministas muy sensibles a las condiciones iniciales. Se trata de estudiar fenómenos caracterizados por un movimiento aparentemente aleatorio que se describe mediante ecuaciones deterministas. Por eso se habla de *caos determinista*. En estos fenómenos existen muchas regularidades que se observan experimentalmente y pueden ser tratadas matemáticamente. Se obtienen ecuaciones deterministas en las cuales, cuando existen pequeños cambios en las condiciones iniciales, surgen grandes desviaciones e imprevisibilidad.

Se han encontrado muchos modelos para el estudio de los fenómenos del caos. Se trata de fenómenos que se dan con abundancia en la naturaleza.

El caos es, por una parte, determinista, pero por otra, refleja un futuro incierto. Sugiere la existencia de una indeterminación en el mundo físico. En este sentido, deja de tener sentido la postura de quienes invocaban los principios de la mecánica para defender un *determinismo* a ultranza. Por otra parte, representa un nuevo punto de apoyo para quienes encuentran en la indeterminación física una base para la libertad. De todos modos, tal como sucede en el caso del indeterminismo cuántico, el problema acerca de la realidad del indeterminismo no es fácil: ¿se trata de una característica de la realidad, o se debe a las limitaciones de nuestro conocimiento, o proviene de una mezcla de ambos factores? No existe unanimidad acerca de la respuesta[7].

---

7. Sobre las teorías del caos, puede verse: J. P. CRUTCHFIELD~J. D. FARMER~N. H. PACKARD~R. S. SHAW, *Caos*, Investigación y Ciencia, nº 125, febrero 1987, pp.16-29; J. GLEICK, *Caos: la*

2.3. *La replicación*

La replicación consiste en la reproducción de estructuras ya existentes en la naturaleza. Cualquier estructura natural puede ser objeto de replicación: basta que se den las condiciones que han hecho posible su producción. Por consiguiente, los ejemplos examinados a propósito de la morfogénesis resultan también válidos en el ámbito de la replicación.

Las estructuras naturales no tienen un carácter único; se trata, más bien, de *tipos de estructuras* que pueden realizarse en diferentes condiciones individuales. La posibilidad de que cada tipo de estructuras se repita en condiciones individualmente diferentes es un hecho comprobable, e incluso trivial. Pero se trata de una característica básica de la actividad natural.

La replicación resulta especialmente interesante en el caso de la reproducción de los vivientes, en la cual se transmite una misma estructura a través de las generaciones. La reproducción asegura la permanencia de las especies por encima de las limitaciones de la vida individual. El estudio de las especies, tanto en sí mismas como con respecto a su variabilidad y a su mutua relación, constituyen una fuente de importantes cuestiones. Hartmann lo ha expresado en estos términos:

> "Con la categoría de la vida de la especie empieza un nuevo grupo de categorías, que conciernen todas al fenómeno del proceso de la vida supraindividual como proceso de un nuevo

---

creación de una ciencia, Seix Barral, Barcelona 1988; P. BERGÉ~Y. POMEAU~C. VIDAL, *L' ordre dans le chaos*, Hermann, Paris, 1988; H. G. SCHUSTER, *Deterministic Chaos*, VCH Publishers, Weinheim, 1988.

> orden de magnitud. Pues este proceso tiene bases distintas de las del proceso del individuo. Aparte de la primera categoría ya nombrada, la vida misma de la especie, se trata de estas otras cuatro: la reproducción del individuo, la muerte y la generación, la variabilidad de la especie, la regulación de la vida de la especie. También estas categorías se anudan por todas partes a fenómenos ostensibles, pero no se agotan, como tampoco las del individuo, en el fenómeno, sino que conducen, y más todavía que aquéllas, a una maraña de problemas, que sólo en parte puede responder la ciencia, pero que determinan el verdadero contenido de las categorías independientemente de los límites de su solubilidad"[8].

Al tratar acerca de la morfogénesis ya se ha resaltado que la replicación no es algo exclusivo de los vivientes. La actividad natural se despliega, también en el mundo inorgánico, en procesos que, si bien no son idénticos a la reproducción de los vivientes, tienen como resultado la producción iterativa de estructuras; por ejemplo, se forman cadenas periódicas, y existen procesos de crecimiento. La replicación propia del nivel físico-químico se encuentra en la base de los mecanismos biológicos y hace posible el funcionamiento de los vivientes.

La replicación es uno de los procesos más frecuentes en la naturaleza. Y se trata de un proceso altamente cooperativo, que pone de relieve el holismo, la direccionalidad y la estructuración del dinamismo natural.

---

8. N. HARTMANN, *Ontología* . IV. *Filosofía de la naturaleza*, vol. II, Fondo de cultura económica, México 1964, pp. 58-59.

2.4. *Holismo, direccionalidad y cooperatividad*

La morfogénesis y la replicación ponen de manifiesto la importancia de la perspectiva *sintética*, que incluye factores relacionados con el *holismo*, la *direccionalidad* y la *cooperatividad*. Se trata de aspectos básicos del dinamismo natural.

El *holismo* se refiere a los sistemas como *totalidades*. Equivale a afirmar que en los sistemas existen propiedades y comportamientos colectivos, propios del sistema como una totalidad, que no se reducen a una mera yuxtaposición de los componentes.

Se conocen bastantes casos, por ejemplo, en los cuales un sistema se encuentra en equilibrio con sus condiciones exteriores y, al variar un parámetro (condiciones exteriores) y romperse el equilibrio, el sistema cambia a un estado completamente diferente. Las teorías morfogenéticas sugieren que la perspectiva analítica, centrada en los componentes, debe ser completada por la perspectiva sintética, relacionada con las totalidades. Existen comportamientos propios de los sistemas como tales, comportamientos de totalidad.

El holismo está relacionado con el problema del *reduccionismo*, que intenta explicar completamente los sistemas mediante sus componentes. El reduccionismo es *ontológico* cuando se afirma que los sistemas naturales no son más que la suma de sus componentes, y *epistemológico* cuando se refiere a las teorías científicas, afirmando, por ejemplo, que las explicaciones de la biología se reducen en último término a las de la física y la química.

El reduccionismo *epistemológico* ocupó un lugar central en el programa del neopositivismo. Uno de los

objetivos principales del Círculo de Viena era la unificación de la ciencia mediante la reducción de las diferentes disciplinas científicas a un lenguaje *fisicalista*; se trataba de formular los conocimientos de las varias ciencias mediante los conceptos de la física. El intento fracasó. Sin embargo, se continuó hablando de la reducción como *derivación lógica* de las teorías secundarias (del nivel superior) a partir de las primarias (del nivel inferior)[9]. Las ulteriores discusiones mostraron que el reduccionismo es prácticamente insostenible, de tal modo que ha prevalecido la opinión según la cual sería preferible sustituir la idea de reducción por la de cuasi-reducción o por la de explicación parcial[10].

Las dificultades del reduccionismo epistemológico se relacionan con aspectos básicos del método científico. En la ciencia se busca resolver problemas concretos, y para ello es necesario definir conceptos teóricos y utilizar métodos experimentales que realmente se adecúen a los problemas que se estudian. En la práctica, resulta imposible tratar teorías de niveles diferentes como si fueran homogéneas. Lo que tiene interés científico no es la reducción de teorías, sino el estudio de las conexiones que existen entre los diferentes niveles[11]. En la actualidad suele admitirse que *existen diferentes niveles epistemológicos*. No parece

---

9. Cfr. E. NAGEL, *The Structure of Science*, Routledge & Kegan Paul, London 1961, pp. 336-397.

10. Cfr. L. SKLAR, *Types of Inter-Theoretic Reduction*, The British Journal for the Philosophy of Science, 18 (1967), pp. 109-124; K. FRIEDMAN, *Is Intertheoretic Reduction Feasible?*, The British Journal for the Philosophy of Science, 33 (1982), pp. 17-40.

11. Cfr. L. DARDEN~N. MAULL, *Interfield Theories*, Philosophy of Science, 44 (1977), pp. 43-64 ; M. ARTIGAS, *Filosofía de la ciencia experimental*, cit., pp. 5-110.

posible la reducción de la química a la física, y menos aún la reducción de la biología a la física y la química[12].

El reduccionismo *ontológico* tropieza con dificultades aún mayores, porque no encuentra apoyo en las ciencias y tampoco en la experiencia. La naturaleza se compone de niveles realmente distintos que se encuentran jerarquizados[13].

Las teorías morfogenéticas subrayan la existencia de propiedades holísticas. Además, ponen de relieve la *direccionalidad* de los procesos naturales, ya que el despliegue del dinamismo natural se encuentra estrechamente vinculado con la formación de pautas estructurales y procesuales.

La actividad natural tiende a la formación de estructuras específicas. Se trata de un comportamiento selectivo, no de una actividad indiferente, aunque, como es lógico, los resultados que se producen dependen de las circunstancias concretas que se dan en cada caso particular. Los procesos no se explican mediante simples cambios externos de componentes meramente pasivos, ni mediante combinaciones puramente aleatorias.

La direccionalidad aparece como una característica fundamental de los procesos naturales. Se manifiesta en forma de *tendencias* individuales y de *cooperatividad* entre las diferentes entidades. Las tendencias y la cooperatividad se relacionan con el *holismo*: los procesos naturales no

---

12. Cfr. B. KANITSCHEIDER, *Reduction and Emergence in the Unified Theories of Physics*, en: G. RADNITZKY (editor), *Centripetal Forces in the Sciences*, vol. 2, Paragon House, New York 1988, pp. 89-110; H. PRIMAS, *Can We Reduce Chemistry to Physics?*, *ibid.*, pp. 119-133 y 137-142.

13. Cfr. M. ARTIGAS, *Emergence and Reduction in Morphogenetic Theories*, en: E. AGAZZI-A. CORDERO (editores), *Philosophy and the Origin and Evolution of the Universe*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1991, pp. 253-262.

responden a un despliegue indiferenciado, sino a pautas estructurales que se encuentran en todos los niveles de la actividad natural.

Además, las teorías morfogenéticas subrayan la unidad estructural que existe entre muy diversos aspectos de la naturaleza. Esa unidad se manifiesta, por ejemplo, en la universalidad de ciertas formas simples. Las teorías morfogenéticas descubren lo universal que se encuentra tras lo particular y relacionan diferentes niveles de la naturaleza.

La cooperatividad de los dinamismos particulares se pone de manifiesto a través de las características ya mencionadas. En efecto, el dinamismo de las entidades naturales se encuentra estrechamente vinculado a comportamientos holísticos, direccionales y estructurales. Los dinamismos particulares se integran dando lugar a la formación de sistemas unitarios, y esa integración conduce a sistemas altamente organizados como los seres vivos. Los diferentes niveles de integración se encuentran en mutua dependencia y constituyen un gran sistema total que es la naturaleza.

En definitiva, los dinamismos particulares cooperan en la formación de sistemas unitarios, a través de procesos en los que existen aspectos holísticos y direccionales. En la naturaleza existen muchas estructuras cooperativas. La naturaleza tiene un carácter específico, marcado por la cooperatividad de los dinamismos particulares. Existen, en todos los niveles de la naturaleza, procesos direccionales y cooperativos.

3. LA CONSTRUCCIÓN DE LA NATURALEZA

La construcción de la naturaleza es el resultado de la formación y estabilización de estructuras. Muchas estructuras no son pautas, sino resultados accidentales de la confluencia de dinamismos. Sin embargo, los procesos naturales se desarrollan en torno a pautas, y en ese sentido la construcción de la naturaleza es un amplio proceso de *modelización* (*patterning*), en el cual desempeñan una función central las *pautas informacionales*.

3.1. *Cuatro tipos de procesos naturales*

Los procesos naturales que se han considerado en los apartados anteriores pueden clasificarse en cuatro tipos básicos que se encuentran relacionados: la *sistematización*, la *adaptación*, la *morfogénesis* y la *replicación*.

La *sistematización* consiste en la producción de una estructuración como resultado de la confluencia de diferentes dinamismos. Todos los procesos naturales consisten de algún modo en una sistematización, puesto que se desarrollan a través de interacciones entre dinamismos particulares que se integran y producen un resultado unitario.

La *adaptación* consiste en el equilibrio entre los dinamismos que concurren en un proceso. También se da en todos los procesos, ya que siempre se produce una integración, y por tanto un equilibrio, entre los dinamismos particulares.

El esquema general de los procesos naturales puede representarse como la combinación de sistematización más

adaptación o como *sistematizaciones adaptativas*. Este esquema equivale al que se obtiene mediante la perspectiva analítica, o sea, a *interacciones que conducen a equilibrios*. Esta es la forma genérica de todos los procesos naturales. Pero no agota lo que podemos decir acerca de ellos; en efecto, también encontramos en la naturaleza muchos procesos en los cuales se producen pautas. La morfogénesis y la replicación son procesos de ese tipo. Este es el aspecto puesto de relieve por la perspectiva sintética.

La *morfogénesis* es un caso particular de la sistematización. En toda sistematización se producen *estructuras*, pero en la morfogénesis se producen *pautas*. En los procesos morfogenéticos se producen pautas estructurales y, cuando esas pautas se repiten, se dan procesos de *replicación*. Por tanto, la replicación es un tipo particular de morfogénesis en el cual se producen formas semejantes a otras que ya existían, y tanto la morfogénesis como la replicación son casos particulares de la sistematización.

La adaptación, entendida en sentido general como el equilibrio de dinamismos, es una característica de todos los procesos naturales, que consisten en interacciones y conducen a un resultado unitario que está condicionado por la existencia de equilibrios y desequilibrios. La sistematización, y por tanto, la morfogénesis y la replicación, son el resultado de procesos de adaptación.

Son especialmente importantes los procesos en los que se producen pautas, pero en muchos procesos naturales se llega sólo a un equilibrio de dinamismos; en estos casos, las entidades que intervienen conservan sus características propias y no se integran en una nueva estructura unitaria: no se producen nuevas pautas.

En definitiva, los procesos naturales se desarrollan según el esquema básico de *interacción más equilibrio* o *sistematización adaptativa.* En este sentido, el despliegue del dinamismo natural podría representarse como una simple confluencia de dinamismos particulares. Este es el esquema general de los procesos, subrayado por la *perspectiva analítica.* Sin embargo, existen procesos en los cuales se forman nuevas pautas, y las pautas desempeñan una función central en el despliegue del dinamismo natural: *los procesos naturales se desarrollan en torno a pautas.* El holismo, la direccionalidad y la cooperatividad están presentes en todos los niveles. Estos son los aspectos puestos de relieve por la *perspectiva sintética.*

3.2. *Pautas informacionales*

El concepto de información se utiliza principalmente en tres contextos que, si bien están relacionados, son diferentes. En primer lugar, tanto en la vida ordinaria como en las ciencias de la información, se relaciona con la *comunicación* de mensajes y, por tanto, con la acción de informar a alguien acerca de contenidos que tienen un significado. En segundo lugar, la *teoría de la información* estudia aspectos tecnológicos de la transmisión y tratamiento de mensajes, utilizando conceptos matemáticos relacionados con la teoría de la probabilidad. En tercer lugar, en la *biología* ocupa un lugar central el estudio de la información genética.

Los procesos biológicos son los más sofisticados que existen en la naturaleza, y muestran claramente la importancia de la información en el despliegue del dinamismo

natural. Nos referiremos en primer lugar a este tipo de procesos, y nos preguntaremos a continuación si el concepto de información puede emplearse también para representar los demás procesos naturales.

La *información genética* se refiere a las instrucciones almacenadas en el ADN de los genes. Cada organismo contiene en sus genes un conjunto de instrucciones para su propio desarrollo. La información se almacena mediante combinaciones de los cuatro tipos de nucleótidos que componen el ADN; se trata de una información que está, por así decirlo, grabada en la estructura del ADN, puesto que las diferentes combinaciones de los nucleótidos determinan la producción de las proteínas y, a partir de las proteínas, de los procesos que conducen al desarrollo del organismo. El ADN posee una gran estabilidad, de modo que sus instrucciones se transmiten a través de las generaciones. El contenido de la información genética es un conjunto de *instrucciones* que están *almacenadas* en una *estructura espacial.*

La información genética equivale a una *pauta informacional* que se encuentra almacenada en una *estructura* (la estructura espacial del ADN), y guía el despliegue de *pautas dinámicas* (los procesos de transcripción y traducción del ADN), los cuales, a su vez, tienen como resultado la producción de nuevas pautas *estructurales* (las de las proteínas), las cuales, a su vez, despliegan nuevas *pautas dinámicas* (los procesos en los que intervienen las proteínas), y así sucesivamente.

En la actividad guiada por la información genética, cada proceso se desarrolla de acuerdo con las leyes físicoquímicas, tal como son descritas bajo la *perspectiva analítica*. Por otra parte, los procesos forman parte de un *programa* que tiene como resultado un organismo. Durante

el desarrollo de ese programa (que se extiende a la vida entera del organismo), se producen muchos procesos en los cuales se forman y regeneran substancias bioquímicas, células, tejidos, órganos y sistemas. Se trata, por tanto, de un proceso global que incluye los aspectos holísticos, direccionales y cooperativos que son estudiados por la *perspectiva sintética.*

En la información genética se entrelazan el dinamismo y la estructuración a través de pautas informacionales. Una *pauta informacional* consiste en unas instrucciones que guían el desarrollo de los procesos. La información genética se encuentra almacenada en estructuras espaciales que contienen pautas, y guía el desarrollo de procesos que producen otras pautas espaciales. La estructura espacial inicial, los procesos dirigidos por esa estructura, y las estructuras producidas mediante esos procesos, responden a pautas.

Algo análogo sucede en el nivel físico-químico, en el cual también existe una información que se almacena y se despliega a través de pautas estructurales.

En efecto, las partículas subatómicas contienen una información sobre su posible actividad. Si utilizamos un lenguaje *metafórico* y *antropomórfico*, podemos decir que las partículas *conocen* los procesos que pueden desplegar y *saben* cómo interactuar unas con otras. En algunos casos utilizan esa información para formar estructuras unitarias. El núcleo de los átomos está compuesto por protones y neutrones que se encuentran unidos mediante la interacción nuclear fuerte; se trata de una estructura unitaria muy estable que proporciona la base para las estructuras de niveles superiores. El número de electrones de cada átomo depende de la carga eléctrica del núcleo, que viene determinada por el número de protones. Los electrones se distribuyen en niveles de energía según las leyes cuánticas, formando de

este modo una estructura estable bien definida. El átomo es una nueva estructura unitaria cuyas características determinan de qué modo interactúan los átomos entre sí para formar un nuevo tipo de estructuras, las moléculas. A su vez, las moléculas contienen información acerca de las posibles interacciones con partículas, átomos y otras moléculas.

En cada uno de estos niveles existen leyes específicas que determinan la formación de las estructuras respectivas: en el caso de los átomos, se trata de las leyes cuánticas; en el caso de las uniones entre átomos, de los enlaces químicos; y en el caso de las moléculas, de las fuerzas intermoleculares. Estas leyes representan *pautas informacionales* que guían el despliegue de los procesos y la formación de las estructuras.

Cada pauta estructural es el resultado de procesos guiados por pautas informacionales. Las estructuras *fundamentales* son el resultado del despliegue del dinamismo *original*, que corresponde a una información básica. En los sucesivos despliegues del dinamismo, a la información básica que guía el dinamismo original se añade la información que proviene de las nuevas estructuras, de tal manera que la construcción de la naturaleza aparece como un conjunto de procesos en los cuales se entrelazan dinamismos y estructuras de diferentes niveles: dicho de otro modo, se combinan las pautas informacionales correspondientes al dinamismo original y a las sucesivas pautas estructurales. Los procesos naturales no se desarrollan de modo errático, sino de acuerdo con *leyes* que representan *programas* de actuación; en este sentido, las leyes naturales contienen una información sobre el posible curso de los procesos, y esa información expresa las posibilidades del dinamismo natural cuando se dan unas condiciones concre-

tas. La información tiene un aspecto dinámico (pautas de procesos) y estructural (pautas de estructuras espaciales); los dos aspectos se encuentran entrelazados y se integran en los sucesivos despliegues del dinamismo.

Pero, ¿podemos hablar acerca de una *información original* ? Sí, pero teniendo en cuenta dos precisiones. En primer lugar, nuestro conocimiento siempre encuentra límites conceptuales y experimentales, de tal manera que nunca podremos estar seguros de haber alcanzado un nivel absolutamente elemental; sin embargo, podemos hablar de una información original *en cada nivel de estructuración*: se trata, por ejemplo, de la información contenida en las interacciones básicas si nos referimos al nivel físico, y en los átomos si nos referimos al nivel químico. En segundo lugar, las teorías científicas no nos proporcionan una copia exacta de la realidad; sin embargo, a través de ellas obtenemos conocimientos que son contextuales y parciales, pero auténticos, acerca de la realidad. En la actualidad poseemos conocimientos bien fundamentados acerca de los diferentes niveles naturales. Por tanto, es legítimo hablar de la información original que existe en cada nivel, aunque nuestro conocimiento no sea exhaustivo.

Las *pautas informacionales* consisten en *instrucciones que guían el despliegue del dinamismo natural.* Las estructuras que se forman como consecuencia de los procesos contienen una información que se añade a la original; son pautas informacionales de un nivel superior, a partir de las cuales se desarrollan nuevos procesos en los que se producen nuevas estructuras. Existen programas complejos, que contienen instrucciones de diferentes niveles, coordinadas de tal modo que regulan todo un conjunto de procesos que conducen a estructuras con un alto grado de organización; se trata de pautas informacionales complejas, que

alcanzan su grado máximo en la información genética de los vivientes.

3.3. *La modelización*

Utilizaremos el término *modelización* para referirnos a los procesos en los cuales se producen pautas propiamente dichas.

Las teorías evolucionistas estudian el origen histórico de las pautas; por tanto, consideran la modelización desde un punto de vista *diacrónico*. Sin embargo, para determinar qué relación existe entre la modelización y la información no es necesario adoptar esa perspectiva; basta examinar los procesos de morfogénesis que son accesibles en la actualidad para afirmar que *la modelización es el resultado de un dinamismo dirigido por información.*

Esta afirmación se encuentra fundamentada en nuestras reflexiones anteriores. En efecto, ya hemos considerado cómo las pautas informacionales guían todos los procesos naturales; por tanto, también guían los procesos de modelización, que son un caso particular dentro de los procesos naturales. Para ilustrar esta afirmación examinaremos de nuevo los procesos naturales fundamentales, poniendo de relieve los aspectos que se refieren a la producción de pautas.

De acuerdo con los conocimientos actuales, la información básica en el nivel microfísico se representa mediante el modelo estándar de *partículas* e *interacciones* fundamentales. Según este modelo, que se encuentra muy bien corroborado pero permanece, sin embargo, abierto a ulte-

riores añadidos y reinterpretaciones, existen doce partículas fundamentales: seis quarks y seis leptones; y cuatro interacciones básicas: las nucleares fuerte y débil, la electromagnética y la gravitacional[14].

Las interacciones nucleares tienen muy pequeño alcance, pues sólo afectan al interior de los núcleos de los átomos; en cambio, las otras dos interacciones tienen un alcance prácticamente ilimitado, aunque su intensidad disminuye al aumentar la distancia que separa a las entidades que interactúan.

La interacción nuclear fuerte es responsable de la cohesión de los núcleos de los átomos. La interacción electromagnética determina la estructura de los átomos, de las moléculas y de los demás cuerpos cuando no intervienen masas grandes; por tanto, es responsable de la mayoría de las propiedades de la materia ordinaria, tales como su estructura, su cohesión y su dureza. La interacción gravitacional tiene efectos apreciables cuando intervienen masas relativamente grandes.

Por tanto, los procesos se desarrollan de acuerdo con pautas informacionales que determinan la formación de pautas dinámicas y estructurales en los diferentes niveles. Existe una información, unas instrucciones que guían las interacciones fundamentales. La interacción nuclear fuerte determina directamente las características de los núcleos de los átomos, e indirectamente las de los átomos y, por consiguiente, de los demás estratos de la materia. Las

---

14. El modelo es algo más complejo, debido a que existen más partículas fundamentales (diversos tipos de quarks, antipartículas), y a que las interacciones se representan mediante el intercambio de partículas de otro tipo. Pero estas precisiones y otras semejantes no afectan a nuestros razonamientos.

interacciones electromagnética y gravitacional están presentes en todos los niveles de estructuración, y se canalizan a través de las estructuras de cada nivel (átomos, moléculas, macromoléculas, etc.). En definitiva, la construcción de los diferentes estratos de la naturaleza responde al despliegue de una información básica a la cual se añade la información que resulta de las sucesivas pautas en cada nivel.

Dadas unas condiciones específicas, la información básica se despliega a través de una gran variedad de procesos en los cuales se producen estructuras y, eventualmente, pautas estructurales. Cada una de esas pautas (núcleos, átomos, moléculas, macromoléculas, etc.) contiene una información almacenada que se refiere al comportamiento interno (intra-estructural) y externo (interacciones con otras entidades): de ahí resulta la estabilidad del átomo, los enlaces con otros átomos, y los múltiples procesos naturales. El dinamismo natural se despliega de acuerdo con una información que integra la información básica y la información almacenada en las sucesivas pautas, de tal modo que se superponen diversos niveles de información: siempre está presente la información básica, y a ella se añade la información dinámica y estructural procedente de las pautas que se forman sucesivamente.

El almacenamiento de la información en pautas estructurales, combinada con la información básica que se encuentra presente en todos los niveles, hace posible la formación de nuevas pautas, así como la multiplicación y la replicación de las ya existentes.

El término *pauta* o *patrón* se utiliza con frecuencia para designar el *modelo* a partir del cual algo se hace, el ejemplar que se copia, el arquetipo. Este significado es central para representar fielmente la naturaleza. En efecto, las características de nuestro mundo físico se apoyan sobre

un hecho fundamental: que existen muchísimas copias de unas mismas pautas básicas. Los seres naturales, en su enorme diversidad, resultan de la integración de muchísimos millones de unos pocos tipos de pautas: una docena de partículas subatómicas y menos de un centenar de átomos. Las combinaciones de los átomos son mucho más numerosas; sin embargo, pueden clasificarse de acuerdo con un número más bien reducido de pautas. En el ámbito de los vivientes, los mecanismos bioquímicos básicos forman también un conjunto bastante limitado de pautas. De todo ello es fácil concluir que existen un conjunto de *planes* básicos que determinan la formación de las *pautas*.

Al hablar de pautas, se encuentra siempre implícita la idea de un *plan*. Este aspecto pasa a primer plano cuando se utiliza el concepto de *información*. Una pauta informacional es un conjunto de instrucciones y, por lo tanto, un plan. La modelización es la producción de una pauta como consecuencia de la realización de un plan; a su vez, la pauta producida contiene nuevos planes para la ulterior formación de otras pautas. La información es una pauta en sentido reduplicativo: es una pauta que guía la formación de otras pautas. Según Carsten Bresch, "la información sólo puede ser concebida como una pauta y puede definirse como el efecto potencial específico que esa pauta tiene sobre otra pauta"[15].

Podemos distinguir dos tipos de información: la *dinámica* y la *estructural*. La información *dinámica* refleja las pautas que siguen los procesos, y la información *estructural* se refiere a las estructuras que se producen como resultado del desarrollo de los procesos. Ambos aspectos están entrelazados: la información es una pauta (dinámica)

15. C. BRESCH, *o . c .*, p. 44.

que, a su vez, determina la producción de otras pautas (estructurales), las cuales, a su vez, almacenan información y canalizan el despliegue de nuevas pautas (dinámicas) que tienen como resultado nuevas pautas (estructurales), y así sucesivamente. *La información consiste en pautas que determinan la formación de otras pautas.*

Por consiguiente, y tal como era de esperar, *la modelización se caracteriza por el entrelazamiento del dinamismo y la estructuración.* A partir de las instrucciones básicas se producen las estructuras fundamentales, y las instrucciones básicas vuelven a actuar sobre las estructuras ya existentes, cuya información condiciona los nuevos tipos de estructuras que pueden formarse. El dinamismo y la estructuración se encuentran mutuamente implicados. Cualquier estructuración contiene una información estructural (almacenada) y dinámica (cómo interaccionar). El dinamismo surge de interacciones entre entidades estructuradas de acuerdo con pautas y da lugar a nuevas pautas.

De modo esquemático, la modelización puede representarse como el resultado de una integración de dinamismos: el correspondiente a la información básica y el que resulta de la información almacenada en soportes físicos. Los dinamismos se despliegan en condiciones o situaciones fácticas; por tanto, ese despliegue consiste en la realización o materialización de programas *en función de las circunstancias*, lo cual equivale a la realización de unas disposiciones o potencialidades que se actualizan en las diferentes circunstancias. Es importante subrayar una vez más que existen muchos procesos naturales en los cuales no se da una modelización; esto corresponde a la existencia de *planes, disposiciones y tendencias cuya actualización depende, de modo contingente, de las circunstancias fácticas que se den en cada situación.*

3.4. *El despliegue de la información*

Si consideramos los procesos naturales bajo el punto de vista de los patrones informacionales, pueden reconocerse los elementos típicos de la información: *señales*, *código*, *almacenamiento*, *comunicación*, *interpretación* y *combinación*. Nuestro conocimiento de estos factores dista mucho de ser completo, pero es posible afirmar su existencia.

En el ámbito de las interacciones básicas, las *señales* se representan como partículas que se intercambian. El estatuto ontológico de esas partículas es un tanto incierto, e incluso su misma existencia lo es en el caso de la fuerza gravitacional. En cualquier caso, las interacciones consisten en campos de fuerzas que tienen efectos detectables, de tal modo que las entidades que son sensibles a cada una de las interacciones experimentan su acción a través de medios físicos.

En el ámbito de las estructuras complejas, especialmente en los vivientes, se conocen los agentes que actúan como desencadenantes de muchos procesos y realizan, por tanto, una función de señalización; esos agentes *transportan* información y la *comunican* a las entidades receptoras, que actúan de acuerdo con la información recibida. Por ejemplo, además de otros agentes bien conocidos desde hace tiempo, en la actualidad tienen gran importancia los progresos científicos que se refieren a los neurotransmisores y a los genes reguladores.

Hemos aludido en varias ocasiones al *almacenamiento* de la información en las estructuras. La información estructural se encuentra almacenada en estructuras espaciales, y está constituida por un programa o unas instrucciones que

determinan cómo interactuar frente a cada tipo de señales; determina unas disposiciones internas, cuya actualización depende de las circunstancias. Esto es coherente con la no existencia de materia puramente inerte o pasiva, ya que toda entidad material contiene información que guía sus acciones. Por ejemplo, un átomo se estructura de acuerdo con las pautas compatibles con las leyes cuánticas, de tal manera que en su estructura se materializa la información correspondiente, y las interacciones con otros átomos se realizan sobre la base de esa información.

En las interacciones, las respectivas informaciones se *integran* o *combinan* en un resultado único. Se da una integración de la información en nuevas pautas informacionales; se combinan los dinamismos y estructuraciones de un nivel dando lugar a nuevos dinamismos y estructuraciones.

En este contexto, sobre todo cuando se piensa en los *códigos*, la *comunicación* y la *interpretación* de la información, es difícil evitar completamente el uso de conceptos antropomórficos, que no ofrece, por otra parte, mayor dificultad con tal que se tenga en cuenta su carácter metafórico. Las entidades físico-químicas no poseen conocimiento ni lenguaje semejantes a los nuestros; sin embargo, *en sentido metafórico pero real, conocen y se comunican.* Un electrón *sabe* que se encuentra dentro de un campo electromagnético, que el campo tiene unas determinadas características y que, en consecuencia, existen unos posibles modos de comportamiento. Cuando una partícula llega hasta un átomo con una determinada energía, el átomo la detecta, *conoce* sus características y reacciona de acuerdo con las pautas correspondientes.

Por otra parte, *cada despliegue de la información produce estructuras y pautas que condicionan de modo*

direccional los ulteriores despliegues y, por tanto, las ulteriores estructuras y pautas. Las pautas básicas condicionan las posibilidades de una nueva estructuración; por ejemplo, una vez que se han formado átomos, se podrán formar combinaciones de átomos y, en cambio, pueden quedar cerrados los caminos que conducirían a otro tipo de estructuras. A medida que se despliega la información, se forman *canales direccionales*; se abren nuevas posibilidades y, eventualmente, se cierran otras.

Una vez que se han formado unas estructuras determinadas, puede crecer de manera notable la probabilidad de que se produzcan unas nuevas estructuras específicas y no otras. Este aspecto adquiere una importancia especial cuando se estudian las teorías evolucionistas. En efecto, en ese contexto a veces se argumenta recurriendo a las probabilidades que se darían en la combinación de factores completamente independientes, sin tener en cuenta que la modelización en un cierto nivel representa un aumento notable de probabilidades respecto a las ulteriores modelizaciones en los sucesivos niveles. La modelización no se realiza puramente al azar, sino de acuerdo con pautas informacionales cuya integración tiene un carácter *direccional.*

Todo ello es congruente con la existencia de una *integración jerárquica de las pautas*. Los diferentes niveles de información y estructuración se superponen e integran: las interacciones básicas se superponen con las partículas en los átomos, con los átomos en las moléculas, con las moléculas en las agregaciones y en las macromoléculas biológicas, con las macromoléculas biológicas en las células y organismos, con las agregaciones en los sistemas geológicos y astrofísicos. En las pautas complejas se integran de modo unitario las pautas más elementales.

3.5. *La auto-organización de la materia*

A propósito de la integración de las pautas en sucesivos estratos, suele hablarse de una *auto-organización espontánea* de la naturaleza. El tema de la *auto-organización* suscita gran interés, tanto en el ámbito científico como en el filosófico. Se trata, en realidad, de un amplio espectro de temas[16]. Sólo en el ámbito de la física, comprende un conjunto de temas que se refieren a una nueva frontera de la física: el problema de la *complejidad* [17].

La fascinación que ejerce el tema se explica, en buena medida, porque resalta, por una parte, el dinamismo interno y direccional de la naturaleza, y por otra, porque alimenta las esperanzas de extender las explicaciones físicas hasta el ámbito de lo humano.

La experiencia de auto-organización en la naturaleza no es algo nuevo. Más bien corresponde a experiencias muy primitivas. En efecto, el ámbito biológico es pródigo en ese tipo de fenómenos, e incluso puede afirmarse que el mundo de los vivientes es el mundo de la auto-organización. Las semillas que se convierten en árboles, flores y frutos, la concepción y el desarrollo de los animales, las diferentes funciones biológicas y, en definitiva, el entero mundo de los vivientes, son manifestaciones de la capacidad que

---

16. Esa amplitud temática fue puesta de relieve en el Coloquio de Cerisy celebrado del 10 al 17 de junio de 1981 en torno a la auto-organización. Los textos del Coloquio han sido publicados con el título *L'auto-organisation: de la physique au politique*, Editions du Seuil, Paris 1983.

17. Los principales temas relacionados con la auto-organización en el ámbito de la física están tratados en: P. DAVIES (editor), *The New Physics*, cit., capítulos 7 al 12.

posee la naturaleza de auto-organizarse. Si el tema de la auto-organización cobra hoy día un interés especial, ello no se debe a que se haya descubierto su existencia. Se debe a que, por primera vez en la historia, se está alcanzando una cierta comprensión de los mecanismos básicos implicados en los fenómenos de la auto-organización.

Los fenómenos donde se manifiesta más espectacularmente la aparición espontánea de un comportamiento ordenado son la *superfluidez* y la *superconductividad.* En el caso de la superfluidez, se producen fenómenos observables que responden a un nuevo tipo de comportamiento del fluido; por ejemplo, el fluido no se mantiene en su nivel, sino que trepa por las paredes del recipiente. En el caso de la superconductividad, los materiales dejan de oponer resistencia al transporte de la electricidad, que se realiza sin disipación de energía.

Los fenómenos relacionados con la *superfluidez* tienen lugar a *muy bajas temperaturas*, muy cerca del cero absoluto, que es el límite en el que cesa toda actividad. Han provocado el reciente nacimiento de una nueva rama de la física, denominada la física de bajas temperaturas.

Sin embargo, puede parecer paradójico que se conceda tanta importancia a la física de bajas temperaturas, puesto que no proporciona un paradigma general para el conocimiento de la naturaleza. En efecto, si toda la naturaleza se encontrara a esas temperaturas, presentaría un elevado grado de orden, pero se trataría de un infierno congelado en el que no habría lugar para la vida. ¿Por qué, entonces, se da tanta importancia a estos avances de la física? En pocas palabras, lo que sucede es que, por primera vez, disponemos de *teorías microfísicas que nos permiten explicar unos fenómenos que tienen efectos directamente observables.*

Que el descenso de temperatura provoca fenómenos de orden es algo bien conocido, ya que existen muchos fenómenos en los que se forma un nuevo tipo de orden al disminuir la temperatura. Uno muy familiar es la congelación del agua. Las moléculas de agua a temperatura ambiente forman un líquido, pues se configuran de modo desordenado; pero si se enfría el agua a cero grados centígrados, se hiela: las moléculas se disponen en una alineación cristalina regular. Otros fenómenos bien conocidos se refieren al magnetismo: a temperaturas suficientemente bajas, los átomos de una pieza de hierro, que se comportan como pequeños imanes, se alinean paralelamente, y la pieza se comporta como un imán.

Una peculiaridad de las temperaturas muy bajas reside en que, en los materiales denominados *líquidos cuánticos*, se da una peculiar clase de orden que *muestra los efectos de la mecánica cuántica a escala macroscópica*. Casi todos los elementos se congelan a temperaturas superiores a la necesaria para que se manifieste el comportamiento mecánico-cuántico; sin embargo, esto no sucede en el caso del helio. Existen dos isótopos estables del helio: el helio 4, que es el común y tiene 2 protones, 2 neutrones, y 2 electrones, y el helio 3, que es raro, se produce en la desintegración beta del tritio en reactores nucleares, y tiene 2 protones, 1 neutrón y 2 electrones.

Los dos isótopos se comportan de modo muy diferente, lo cual sirve para examinar los efectos de las dos estadísticas cuánticas: la de Fermi-Dirac, a la que obedecen las partículas de espín semi-entero y, por tanto, el helio 3, y la de Bose-Einstein, seguida por las partículas de espín entero y, por tanto, por el helio 4. A temperaturas muy bajas, a partir de 2,17 grados Kelvin para el helio 4, y de $2{,}6 \times 10^{-3}$ grados Kelvin para el helio 3, un enorme número

de átomos se comporta colectivamente de modo que se da un flujo sin fricción alguna. La mecánica cuántica permite explicar cómo surge un nuevo tipo de orden que tiene efectos observables.

Muchos avances de la ciencia en la época más reciente se deben al progreso en la microfísica. La física de bajas temperaturas permite relacionar la mecánica cuántica, que trata acerca de los componentes básicos de la materia, con el mundo de lo observable; por tanto, permite *explicar cómo surgen configuraciones macrofísicas a partir de los componentes microfísicos*. Ahí radica su importancia.

Fuera del ámbito de la física de bajas temperaturas, existen otros fenómenos físicos bien conocidos en los que se da una *transición del desorden al orden* cuando se cumplen determinadas condiciones. El grupo más familiar entra dentro de la categoría de las *transiciones de fase*; por ejemplo, la transición del estado líquido al estado sólido, y el ferromagnetismo. También en este ámbito existe una nueva situación científica. La novedad radica en que ahora existe una teoría general acerca de las transiciones de fase y de los fenómenos relacionados con sus límites o puntos críticos, que utiliza las técnicas matemáticas denominadas *grupo de renormalización*. Ya hemos aludido a esta cuestión. Fenómenos muy diferentes presentan semejanzas llamativas y pueden tratarse mediante la misma técnica matemática; este tratamiento unitario apunta hacia la existencia de semejanzas estructurales que sólo se manifiestan cuando la naturaleza se estudia bajo una perspectiva matemática muy sofisticada. También hemos aludido a las transiciones del desorden al orden que son estudiadas por las *teorías morfogenéticas*.

Estos fenómenos pueden contemplarse bajo dos perspectivas diferentes. Una es el programa fisicalista que

se sitúa en la perspectiva analítica, y busca explicar los fenómenos mediante el comportamiento de sus componentes. Otra es el programa biologista, según el cual la situación sería más bien la inversa: la física estaría completando la perspectiva analítica mediante una perspectiva sistémica en la cual las configuraciones y las tendencias desempeñan una función esencial. Sin embargo, las dos perspectivas no se excluyen, y lo más lógico es intentar armonizarlas.

Los fenómenos de auto-organización ponen de relieve el dinamismo interno de las entidades naturales, su entrelazamiento con la estructuración, y la cooperatividad entre los diferentes elementos y niveles. La organización macrofísica aparece como el resultado de procesos en los cuales los componentes microfísicos despliegan una actividad colectiva cuando se encuentran en las condiciones apropiadas.

El comportamiento colectivo manifiesta la existencia de *disposiciones* y, por tanto, de la correspondiente *información* para actuar de acuerdo con pautas cuando se dan unas determinadas condiciones. De este modo queda subradada la existencia de la direccionalidad y del holismo en los procesos naturales.

En definitiva, los procesos de auto-organización muestran que existe una información que se realiza, despliega y combina en los procesos naturales. Se *realiza*, ya que se almacena en núcleos estructurales de equilibrio e interacción, en estructuras que contienen instrucciones operativas. Se *despliega*, organizando núcleos de actividad y produciendo estructuras, y ese despliegue tiene lugar en torno a patrones o pautas. Y se *combina*, pues en cada situación se integran diferentes interacciones de acuerdo con pautas informacionales, y se producen nuevas situaciones que poseen sus propias pautas.

La existencia de información en los procesos naturales plantea numerosos interrogantes: ¿cómo *sabe* un protón que es un protón, y que posee una masa, carga eléctrica, y otras propiedades que implican comportamientos de acuerdo con pautas?, ¿cómo *sabe* una partícula que la partícula vecina es un protón o un neutrón, de tal modo que, en consecuencia, ejerce la fuerza correspondiente?, ¿cómo *saben* los protones que son fermiones y los fotones que son bosones, de tal modo que tienen un comportamiento colectivo determinado?, ¿cómo *sabe* el electrón qué niveles de energía puede ocupar en un átomo?, ¿cómo se combinan las informaciones particulares dando lugar a todo un programa complejo? (No es necesario insistir en el sentido metafórico del verbo *saber* en este contexto).

En la medida en que estas preguntas se refieren al comportamiento de la materia, son objeto de la investigación científica. Pero el progreso de las ciencias no proporciona una respuesta completa. En último término, el estudio de la actividad natural sugiere la existencia de una especie de *inteligencia inconsciente*. Una vez más se ha de advertir que se trata de una metáfora, puesto que la expresión, si se interpreta literalmente, es contradictoria. La metáfora se refiere a la existencia de una información que dirige y controla. Se trata de un hecho patente, que rebasa los límites de la representación de la naturaleza y exige un tratamiento específico.

4. LA EXPLICACIÓN DE LOS PROCESOS NATURALES

Entre los primeros filósofos, algunos incluso negaron la realidad del cambio. Argumentaron que el cambio supone

una novedad en el ser, que esa novedad no puede surgir de la nada y que, por tanto, surge de algo que ya existía: entonces no existe un cambio real, sino sólo aparente. Para evitar esa conclusión, que es incompatible con los datos de la experiencia, los atomistas intentaron explicar la naturaleza mediante la combinación de los átomos y el vacío: las entidades naturales se reducirían a las configuraciones resultantes de la combinación de los átomos, y el único cambio real sería el movimiento local.

Aristóteles propuso una explicación del cambio en términos de potencia y acto. El cambio consistiría en la actualización de potencialidades.

4.1. *La actualización de potencialidades*

En la perspectiva aristotélica, la potencia es capacidad o disposición, y el cambio es la actualización de una potencialidad. *Ser en potencia* significa algo intermedio entre el puro *no-ser* y el *ser en acto*, puesto que significa un ser que tiene la capacidad de llegar a ser lo que no es. Ser en potencia tiene, además, una cierta connotación teleológica, ya que la potencialidad incluye capacidades o disposiciones respecto a tipos específicos de actos. Cuando se dan ciertas condiciones, se actualizan las potencialidades, y el cambio consiste precisamente en ese proceso de actualización. Aristóteles afirmó que el cambio "es una especie de actualidad, o actualidad del tipo descrito, difícil de alcanzar, pero no incapaz de existir"[18].

---

18. ARISTÓTELES, *Física*, III, 2, 202 a 1 - 3.

Esta afirmación de Aristóteles apunta hacia una dificultad que se presenta al analizar el cambio; en efecto, se trata de *apresar conceptualmente una realidad dinámica.* Pero existe otra dificultad adicional: ¿de dónde surge la novedad que se produce en los cambios constructivos?

Una manera de entender este problema consiste en pensar que la novedad no es sino el despliegue de algo que de algún modo ya preexistía; como una alfombra enrollada se desenrolla o despliega, sin que propiamente comience a existir nada que no existiera previamente. Sin duda, algunos cambios son de este tipo, pero en otros se produce algo realmente nuevo: basta pensar en la generación y el desarrollo de los vivientes. La potencialidad no equivale a la preexistencia del acto que se producirá. La explicación aristotélica debe ser completada, tal como él mismo lo hizo, con la consideración de las causas y condiciones que desencadenan los procesos reales.

Para explicar la novedad hay que tener en cuenta todas las interacciones que existen entre las entidades que concurren en un proceso. Por ejemplo, cuando se forma un compuesto químico se producen interacciones que no existían cuando los componentes estaban aislados, lo cual explica que puedan surgir propiedades nuevas. Una molécula de agua tiene propiedades que no se reducen a la suma de las propiedades del oxígeno y el hidrógeno; sin embargo, las nuevas propiedades surgen de modo natural cuando los componentes interactúan en determinadas condiciones.

En cada entidad existen potencialidades diferentes. Una potencialidad concreta no se actualiza siempre, sino sólo si concurren todos los factores requeridos. La existencia de una potencialidad es una condición *necesaria*, pero no *suficiente*, para que se dé un cambio determinado. Pero, incluso si no se actualiza, sigue siendo una capacidad real.

De algún modo equivale a una *tendencia*, ya que significa que existen unas posibilidades específicas que, si se actualizan, conducirán a un resultado determinado.

La explicación aristotélica del cambio se comprende mejor a la luz del concepto de *información*, entendida como un *programa* o un conjunto de *instrucciones* que están almacenadas en las estructuras naturales y que dan lugar a comportamientos específicos en cada situación concreta. Se comprende que el efecto puede estar de algún modo precontenido o previsto sin que exista en miniatura. Es fácil pensar, por ejemplo, que los átomos de oxígeno e hidrógeno contienen una información que dará lugar a diferentes resultados según que esos átomos se encuentren separados o se combinen mediante enlaces químicos; al producirse una molécula de agua, la información contenida en los átomos se combina, produciendo una nueva estructura informacional.

La idea de *potencialidad* es muy general. No es un sustituto de los mecanismos físicos mediante los cuales se realizan los cambios, ni representa una evasión filosófica para evitar la investigación detallada de los procesos. Es la conceptualización general de un *modo de ser*, que es necesario admitir para explicar racionalmente la posibilidad del cambio.

La *perspectiva analítica* intenta explicar el cambio estudiando sus componentes y determinando sus condiciones concretas; la *perspectiva sintética* busca una comprensión ontológica del cambio; y ambas son complementarias. En el mecanicismo atomista de la antigüedad predominaba el enfoque analítico, y en el aristotelismo, el sintético. Aristóteles se planteó la explicación del cambio en un nivel ontológico, considerando el devenir como un modo de *ser* que se explica en función del *ser en potencia* y del

ser en acto. El cambio, entendido como actualización de una potencialidad, es el modo de ser propio de aquello que se encuentra en camino de llegar a ser algo que no era anteriormente. Así se comprende que Aristóteles afirmara que "hay tantos tipos de movimiento o cambio cuantos son los significados de la palabra *es*"[19], y que "hay tantas especies de movimiento y de cambio como del *ente* "[20].

Las ciencias estudian los cambios desde la perspectiva analítica. Buscan determinar qué factores concretos intervienen en cada clase de cambios, cómo actúan, y qué relaciones existen entre esos factores y sus efectos particulares. Este tipo de búsqueda se encuentra también en la obra de Aristóteles; por ejemplo, cuando considera el movimiento de los cuerpos bajo la acción de fuerzas[21], el movimiento de los proyectiles[22] y el movimiento de caída de los cuerpos[23], y formula algunas relaciones cuantitativas en relación con estos fenómenos. Sin embargo, los resultados de Aristóteles en este ámbito son pobres.

No puede sorprender, por tanto, que en el siglo XVII, el nacimiento de la ciencia moderna fuera acompañado por una fuerte crítica de las ideas aristotélicas. La nueva ciencia, que en su núcleo estaba constituida por la mecánica o estudio del movimiento, se presentó como la nueva filosofía natural que venía a sustituir a la antigua.

---

19. *Ibid.*, III, 1, 201 a 8 - 9.
20. ARISTÓTELES, *Metafísica*, XI, 9, 1065 b 13 - 14.
21. Cfr. ARISTÓTELES, *Física*, VII, 5.
22. Cfr. *ibid.*, IV, 8.
23. Cfr. ARISTÓTELES, *Sobre el cielo*, IV.

4.2. *El devenir ante la perspectiva científica*

En realidad, se trataba de un nuevo modo de estudiar la naturaleza. Se abandonó la perspectiva cualitativa basada en la experiencia ordinaria, y se centró la atención en la formulación de *relaciones funcionales entre magnitudes*. No se trataba solamente de contar con las matemáticas, sino de mucho más: se sustituía el punto de vista ontológico, centrado en las preguntas acerca del ser de las cosas, por una perspectiva funcional que se ocupaba de establecer relaciones matemáticas entre las magnitudes.

El nuevo enfoque se presentaba como un estudio claro y preciso, que sustituía las explicaciones cualitativas y verbales por conceptos matemáticos claros y precisos. Hablando de los antiguos, Descartes dijo que a menudo utilizaban su erudición e ingenio para oscurecer incluso aquellas cosas que son conocidas hasta por los rústicos, y para ejemplificarlo se refirió expresamente a la definición aristotélica del movimiento en estos términos:

> "¿acaso no parecen proferir palabras mágicas, que tendrían una fuerza oculta y superior a las posibilidades del ingenio humano, cuando dicen que el movimiento, que es algo bien conocido de todos, es el acto del ente en potencia en cuanto que está en potencia?, ¿quién entiende estas palabras?, ¿quién ignora qué es el movimiento?... hay que decir, por tanto, que las cosas nunca han de ser explicadas mediante definiciones de esa clase"[24].

El *mecanicismo* era una doctrina filosófica que extrapoló de modo arbitrario algunos aspectos metodológicos de la nueva ciencia, como si se tratase de tesis filosóficas

---

24. R. DESCARTES, *Regulae ad directionem ingenii*, Regula XII, en: *Oeuvres de Descartes*, editadas por Ch. ADAM~P. TANNERY, Vrin, Paris 1966, vol. X, p. 426.

indiscutibles. Insistiendo en el estudio matemático de la naturaleza, afirmó que sólo eran reales las propiedades cuantitativas, negó la realidad objetiva de las cualidades, eliminó toda referencia a formas y fines, y propugnó la sustitución del enfoque ontológico antiguo por la nueva ciencia matemática, que proporcionaba, además, un dominio efectivo de la naturaleza. La nueva ciencia cumplió sus promesas, y ello parecía dar razón al mecanicismo que se presentaba como su justificación teórica. De ahí surgió una escisión entre la física y la metafísica, que pertenecerían a dos dominios completamente diferentes y se comunicarían, por así decirlo, de un modo puramente exterior.

La perspectiva de la ciencia matemática de la naturaleza contempla el movimiento como una *sucesión de estados* definidos de acuerdo con determinadas propiedades. Esta perspectiva no sólo es legítima, sino que permite conocer muchos aspectos de la naturaleza que son inaccesibles a la experiencia ordinaria. Tiene, por tanto, un alcance real, y en ese sentido puede decirse que tiene unas *dimensiones ontológicas*. Pero no estudia el movimiento desde una *perspectiva ontológica*, ya que no tematiza ontológicamente el movimiento. Cuando se piensa que la filosofía ha de seguir ese mismo camino, se cierran las puertas a las dimensiones de la realidad que no pueden conceptualizarse mediante el método de la ciencia experimental, y se cierran las posibilidades de comunicación entre los niveles de la física y la metafísica.

Cuando se erige la perspectiva científica en explicación ontológica se borra *la diversidad cualitativa propia de los entes reales y de sus cambios:* el movimiento queda reducido a magnitudes matemáticas, que son las mismas para cualquier sistema, y deja de tener sentido hablar de tendencias y fines. El movimiento se reduce a relaciones

funcionales que, además, pueden multiplicarse indefinidamente, puesto que sólo consideraciones prácticas llevan a dejar de lado una multitud de factores cuyos efectos resultan demasiado pequeños para ser tenidos en cuenta. Los movimientos concretos de los entes se diluyen en un gigantesco proceso que se despliega sin límites y que sólo se descompone en segmentos particulares para hacer posible su cálculo.

Las ciencias proporcionan importantes conocimientos, pero sólo la filosofía natural permite integrarlos en una primera síntesis que, permaneciendo todavía en el nivel físico, queda abierta a posteriores estudios metafísicos.

El desarrollo creciente de la nueva ciencia condujo a una preponderancia cada vez mayor de la física, de modo que la metafísica se refugiaba en el análisis de la subjetividad humana o se desplegaba en los audaces sistemas del idealismo. Incluso el darwinismo biológico se desarrolló, en el siglo XIX, bajo la perspectiva analítica y mecanicista, pues intentaba explicar el mundo viviente combinando los procesos de variación y selección. El darwinismo completaba el paradigma analítico, extendiéndolo a los vivientes.

Muchas voces importantes hicieron oir sus críticas al paradigma analítico, entendido como explicación completa de los procesos naturales. Por ejemplo, Bergson defendió un vitalismo procesualista que atribuía la primacía a la intuición directa de lo real, o sea, de la duración, el tiempo y el devenir. La razón analítica tendría una importante función, pero puramente instrumental, encaminada a la acción. Nuestra intuición nos permitiría entrar en contacto con dimensiones de la realidad que, si bien no pueden ser tratadas matemáticamente, sin embargo son mucho más profundas que las dimensiones que estudia la física matemática.

Según Bergson, la realidad auténtica es movimiento, cambio, vida, y los problemas surgen cuando pretendemos apresar esta realidad dinámica mediante conceptos estáticos; sucede como si matamos un gato para estudiarlo con más facilidad: algo podremos aprender, pero nada sabremos acerca de lo más característico del animal, o sea, su vida y su actividad. Bergson añadía que la inteligencia actúa, al igual que sucede en la cinematografía, construyendo fotogramas aislados y pretendiendo luego reconstruir mediante ellos la realidad; debido al funcionamiento de nuestros mecanismos ópticos, en el cine se produce una ilusión y nos parece que vemos un movimiento real, pero en el caso de la conceptualización, no es posible conseguir un resultado semejante. Las ideas abstractas, según Bergson, son como billetes de banco, que sólo tienen una función instrumental. A través de estas metáforas, Bergson resumía sus ideas acerca de los límites de las ciencias, que se centran en lo cuantitativo y objetivable de modo abstracto, y que sirven sin duda para intereses prácticos, pero dejan fuera de su ámbito la realidad más auténtica.

Estas ideas fueron llevadas por Bergson hasta el extremo cuando afirmó que no hay nada estático, que la realidad es la movilidad, que el movimiento no implica un móvil: lo verdaderamente substancial sería el cambio. Bergson subrayó de modo excesivamente unilateral el carácter dinámico de la naturaleza. Sin embargo, fue uno de los pensadores que vieron con claridad que la perspectiva científica, que es no sólo legítima, sino que resulta imprescindible para conocer en detalle los procesos naturales, necesita ser completada por la perspectiva sintética.

4.3. *Categorías dimensionales y cosmológicas*

Las implicaciones de este problema pueden ser ejemplificadas analizando el enfoque propuesto por Nicolai Hartmann. Hartmann publicó una serie de cuatro tomos sobre Ontología. En 1950 se publicó el cuarto, dedicado a la filosofía de la naturaleza, concebida como una *teoría especial de las categorías* [25].

El enfoque de Hartmann se sitúa en la línea del planteamiento de Kant. Propone una filosofía de la naturaleza que consiste en un análisis de las categorías, entre las cuales ocupan el primer lugar las categorías *dimensionales*, que son las correspondientes al *espacio* y al *tiempo*; en un segundo momento considera las categorías *cosmológicas*, que añaden a las dimensiones la consistencia física de lo natural. Hartmann justifica este planteamiento afirmando que la dimensionalidad espacio-temporal es el substrato sobre el cual se construyen las categorías cosmológicas.

Sin embargo, ese planteamiento resulta equívoco, ya que la dimensionalidad espacio-temporal pertenece a entidades físicas que poseen diferencias cualitativas. Cuando Hartmann estudia las categorías dimensionales, describe los procesos como series de acontecimientos indiferenciados que se encuentran en las dimensiones espaciales y temporales, y sólo más tarde, al estudiar las categorías cosmológicas, introduce las diferenciaciones características de

---

25. N. HARTMANN, *Ontología*. IV. *Filosofía de la naturaleza. Teoría especial de las categorías*. Vol. I: *Categorías dimensionales. Categorías cosmológicas*, Fondo de cultura económica, México 1960. Vol. II: *Categorías organológicas*, Fondo de cultura económica, México 1964.

la naturaleza. De ahí resulta una amalgama de las perspectivas analítica y sintética, no una integración de ambas.

En efecto, Hartmann afirma que espacio y tiempo son las categorías fundamentales de la naturaleza, los "momentos categoriales fundamentales" que "en primera línea son propios de los estratos inferiores"[26]. En consecuencia, la determinación básica de la naturaleza será el curso espacio-temporal, o sea, el cambio. De ahí, Hartmann concluye que "el devenir es la forma general de ser de lo real"[27]. Teniendo en cuenta que, en su perspectiva, las categorías de los estratos inferiores son la base de las categorías de los estratos superiores, la centralidad del devenir significa que toda la realidad está marcada por el devenir de tal manera que no existe nada que se sustraiga a la temporalidad:

> "El proceso es, pues, la disolución de todas las cosas en el flujo del tiempo. Pero esta disolución es justamente la forma del ser de todo lo real... el devenir no es, en absoluto, ningún contrario del ser, sino que es una entre varias formas de ser, y por cierto que no la más baja, sino la más alta que conocemos: la única forma de ser real"[28].

Sobre esa base, Hartmann critica las perspectivas que pretenden establecer un empalme entre lo físico y lo metafísico. El empalme sería imposible porque, según Hartmann, lo metafísico resultaría inalcanzable. Esta afirmación resulta lógica si se admite, con Hartmann, que todo lo real está inmerso en las dimensiones temporales. Pero esta tesis carece de fundamento. El planteamiento que en un principio parecía sólo metodológico, al tratar en primer

---

26. *Ibid.*, vol. I, p. 239.
27. *Ibid.*, p. 290.
28. *Ibid.*, pp. 291-292.

lugar las categorías dimensionales, se transforma arbitrariamente en una tesis filosófica de gran envergadura.

Según Hartmann, los procesos espacio-temporales constituyen la base de la descripción de la naturaleza, de tal manera que lo natural aparece como disperso en un devenir que todo lo devora. Sólo después de haber desarrollado ampliamente este enfoque, vuelve su atención sobre lo que en la naturaleza hay de estable: las *formaciones* que son algo concreto y que aparecen como contrarias al proceso. "La *formación* en cuanto tal hay que entenderla en oposición al proceso", afirma. Las formaciones revelan un ser que es consistente en medio del flujo universal de lo real. Este es el mundo que se manifiesta ante nosotros como el mundo real; el espacio-tiempo y los procesos, con su carácter indiferenciado, sólo son "condiciones categoriales" de esa realidad[29].

Pero es demasiado tarde para recuperar la naturaleza real, que ha sido previamente disuelta en las consideraciones puramente dimensionales. En consecuencia, resulta difícil otorgar su valor central a lo que en la naturaleza tiene una consistencia propia, que es la base que permite describir fielmente la naturaleza y comprender su inteligibilidad.

Por otra parte, Hartmann critica expresamente la explicación aristotélica del movimiento. Centra su estudio del movimiento en la categoría del *proceso* [30], y comienza con un apartado dedicado a refutar el análisis de Aristóteles. Hartmann afirma que

---

29. *Ibid.*, p. 488-489. Hartmann no trata esta cuestión hasta el capítulo 38 de su obra (p. 488 ss.). Pero se trata de la base misma del estudio de la naturaleza

30. *Ibid.*, capítulo 21: *Análisis modal del proceso*, pp. 297-306. Las citas que siguen están tomadas de este capítulo.

> "una mera sucesión de sus estados (del proceso) aún no constituye un proceso... únicamente la unidad sucesiva de los estadios que van reemplazándose, constituye la totalidad que es un proceso. Pues lo que da al proceso su cuño propio es justo el cerrarse en un todo, por obra de la interna coherencia de los estadios en medio de su disgregación".

Es cierto que un proceso real no es una mera yuxtaposición de estados. Pero, a pesar de ello, Hartmann lo representa como una sucesión de estados, sólo que se trata de una sucesión que tiene una unidad, una coherencia interna. Hartmann añade: "¿cómo hay que entender categorialmente esta 'unidad del proceso'? No es fácil abordarla". En efecto, la única manera de abordarla consistiría en reconocer que los procesos reales responden al despliegue de los modos de ser de los entes naturales, que poseen capacidades o potencialidades cuya actualización constituye el proceso. Pero Hartmann no está de acuerdo con esta perspectiva aristotélica.

Hartmann examina expresamente el análisis aristotélico del movimiento, y lo critica formulando las *cuatro acusaciones* siguientes.

La *primera* es que el análisis aristotélico entiende el proceso de modo teleológico, pues "Aristóteles parte del resultado final, que entiende teleológicamente como meta del proceso"; según Hartmann, el esquema teleológico es un error.

La *segunda* es que la definición aristotélica sería demasiado estrecha porque sólo se aplicaría a los procesos constructivos, dejando de lado los destructivos o los que transcurren de modo indiferente.

La *tercera* es que la definición aristotélica no conseguiría reflejar lo más característico del proceso, o sea, el ser una transición:

> "los dos conceptos fundamentales de su metafísica (potencia y acto) sólo convienen a los estadios inicial y final de un proceso constructivo, pero de ninguna suerte al proceso mismo, es decir, a la transición entre ellos. Pues la *dynamis* está ahí antes de la efectuación, la *enérgeia* después de ésta... El devenir mismo se queda vacío".

La *cuarta*, estrechamente relacionada con la tercera, es que los conceptos de potencia y acto serían estáticos y sólo podrían aplicarse a la caracterización del proceso al precio de incurrir en contradicción:

> "si se mira más exactamente la transferencia de la *enérgeia* a un ente meramente en potencia, revela ser una contradicción en los términos. Pues significa el acabado de algo inacabado en tanto esto se halla justamente todavía inacabado. No era realmente posible apresar el proceso mismo con ninguna categoría modal semejante a éstas. Y se tuvo que torcer ya por completo el sentido primitivo de ellas, que es exclusivamente estático, si a pesar de todo se quería dar expresión con ellas al tránsito en cuanto tal".

La primera acusación, referente a la teleología, proporciona la clave de las restantes. El desacuerdo de Hartmann con Aristóteles se centra, en efecto, en la teleología, e incluso dedicó una obra entera a exponer sus críticas contra la teleología[31]. En esa obra Hartmann afirma que *los conceptos de potencia y acto inducen a error porque encierran una teleología subrepticia*, ya que surgen en la esfera de la acción del hombre sobre el mundo y se trasladan a la naturaleza, como si en ésta se dieran unas

---

31. Cfr. N. HARTMANN, *El pensar teleológico* . Aunque se trata de una obra independiente, en la edición castellana se ha incluido en la obra, ya citada: *Ontología.* IV. *Filosofía de la naturaleza*, vol. II, como una última parte: V. *El pensar teleológico* . Las críticas de Hartmann a Aristóteles se encuentran en las pp. 283-286 y 343-345, y remiten al tratamiento más extenso que se encuentra en: *Ontología.* II. *Posibilidad y efectividad*, Fondo de cultura económica, México 1956, Introducción (nn. 2-5) y capítulos 12-15.

dimensiones metafísicas relacionadas con el sentido. Dicho de otro modo: sólo en la acción humana puede hablarse propiamente acerca de fines y, por tanto, de tendencias, ya que sólo ahí existe una conciencia capaz de proponerse fines; atribuir fines a la naturaleza equivale a suponer que en ella se da una especie de conciencia inconsciente, lo cual sería un error antropomórfico que inficionaría no sólo la filosofía de Aristóteles, sino gran parte del pensamiento filosófico de todas las épocas.

Hartmann afirma que, puesto que la naturaleza no tiene conciencia, no puede proponerse fines; por tanto, no se le puede atribuir un comportamiento teleológico, y no tiene sentido hablar de actualización de unas potencialidades como si se tratara de la realización finalista de unas tendencias. Por este motivo, Hartmann afirma que el razonamiento teleológico en términos de acto y potencia es equivocado, porque atribuye un modo real de ser a lo que sólo puede ser un modo de pensar. Y añade que los procesos naturales tienen una marcha indiferente, sin que se les puedan atribuir metas.

Hartmann tiene razón al relacionar el análisis aristotélico del movimiento con la teleología. Esta conexión es fundamental, y explica la importancia del análisis aristotélico que, a primera vista, podría parecer filosóficamente neutro. Pero su reproche de antropomorfismo obedece a una previa toma de posición en contra de la metafísica teleológica y teológica. En efecto, el problema consiste en saber si en la naturaleza existe la teleología: si existe, habrá que aceptar las consecuencias de este hecho, inluyendo la existencia de una causa superior que dé razón de ella. La existencia de una finalidad inconsciente no tiene nada de extraño, con tal que se admita una causa superior que, al crear la naturaleza, ha puesto en ella la información nece-

saria para comportarse de ese modo. El análisis del movimiento en términos de potencia y acto se relaciona con la existencia de una teleología inconsciente en la naturaleza, pero esto no constituye un motivo legítimo para desecharlo.

La segunda acusación tiene poca consistencia. En efecto, aunque la expresión literal del análisis aristotélico del movimiento sugiera en primer lugar los procesos constructivos, sin duda se refiere también a los destructivos. Bastaría tener en cuenta que, en la perspectiva aristotélica, la generación de un ente implica la corrupción de otro. Que un proceso sea constructivo, destructivo o neutro depende del punto de referencia en que nos situemos.

Las acusaciones tercera y cuarta se encuentran estrechamente relacionadas, y se refieren a la inadecuación de hecho (la tercera) y a la imposibilidad teórica (la cuarta) de expresar el dinamismo del proceso mediante los conceptos de potencia y acto, que serían estáticos. Pero esta objección ya fue tenida en cuenta expresamente por Aristóteles. Todo su análisis del movimiento se dirige precisamente a mostrar que se trata de un acto, pero de un acto imperfecto que, precisamente por su carácter dinámico, resulta difícil de expresar conceptualmente.

Hartmann rechaza la conceptualización en términos de potencia y acto, esencias, formas y fines. Sin embargo, admite que los procesos reales responden a algo semejante a lo que expresan esos conceptos; pero justifica metodológicamente su negativa a considerarlos en su análisis del proceso, diciendo que "no entra incondicionalmente en la esencia del proceso que lo que se acerca resulte de una determinada manera". En el proceso como tal no entrarían "posibilidades reales", sino sólo "posibilidades incompletas, meras posibilidades parciales, que en cuanto tales tienen un sentido meramente negativo: el de la indeter-

minación y el estar abierto". Una posibilidad parcial "consiste en estar presentes algunas condiciones reales, mientras que faltan otras". La posibilidad parcial no equivale a una potencialidad resultante de un modo de ser esencial; sólo expresa que está abierta una pluralidad de posibilidades cuya realización dependerá de que lleguen a darse unas condiciones que por el momento no se dan, y cuya ausencia hace precisamente que exista una posibilidad. Se trataría de conceptualizar el proceso como tal, independientemente de que los procesos reales obedezcan a tendencias inscritas en la naturaleza de los entes, como un paso previo y separable.

Hartmann advierte la dificultad de su conceptualización al afirmar:

> "Cierto que es muy discutible si un correr en tal indeterminación es justo de los procesos reales. Significaría que en éstos no habría ninguna clase de orden de predeterminación –fuera, acaso, del de la secuencia temporal y del transcurrir mismo. Esto es inverosímil, por varias razones".

Pero continúa:

> "naturalmente, hay muy determinadas formas de predeterminación de los procesos naturales. Pero éstas no entran en la esencia del proceso en cuanto tal, sino que dependen de otras categorías, en las que todavía no puede entrar anticipadamente en este lugar. De ellas habrá de tratarse aparte".

Desde luego, si se tratase sólo de una cuestión metodológica, nada habría que objetar. Pero lo que se afirma es mucho más. Se afirma que "la esencia del proceso en cuanto tal" poco tiene que ver con las características de los procesos reales, y desde ahí se dirigen graves acusaciones contra la conceptualización de los procesos en términos de potencia y acto, formas y fines.

Consecuente con su planteamiento, Hartmann afirma:

> "concebible sería un proceso del mundo sin predeterminación de un cabo a otro, sin conexión causal ni final. En un proceso

> semejante fuera, desde cada estadio de lo sucedido, ilimitado el reino de lo posible, y la secuencia de los acontecimientos fuera una secuencia meramente temporal, sin ninguna dependencia. Un curso del mundo de esta índole carecería también de tipos ostensibles de procesos, de uniformidad de sucesos, es decir, de legalidad".

Es dudoso que esa posibilidad sea concebible. Pero, aun suponiendo que lo fuese, Hartmann añade inmediatamente: "así no está constituido, sin duda alguna, el proceso real del mundo". Cierto. Sin embargo, continúa:

> "pero esto no radica en el flujo del devenir, sino en el nexo causal, en la acción recíproca, en la legalidad natural, incluso en parte ya en la sustancialidad. Y éstas son justo otras categorías reales".

Esto significa que Hartmann presenta sus categorías de tal modo que el proceso aparezca como una categoría básica, previa a la consideración de la naturaleza real de las cosas. Correspondería a lo que en la física matemática es la *cinemática.*

En física, suele comenzarse por la *cinemática*, que es un estudio del movimiento en el que sólo se consideran las trayectorias y sus representaciones, prescindiendo de las causas reales del movimiento, que son introducidas posteriormente en la *dinámica*. Kant ya estableció un orden semejante en su fundamentación filosófica de la física; Hartmann se sitúa en esta línea.

Pero Hartmann utiliza esa *foronomía* (para utilizar el término kantiano) para fundamentar el rechazo de importantes dimensiones reales que no entran en ese ámbito. En efecto, la consideración genérica del movimiento como un proceso abstracto que incluso podría no estar sometido a ningún tipo de causalidad, le sirve para rechazar el análisis de los procesos en términos de sus características reales. Más adelante introducirá la substancialidad, la direccio-

nalidad, la causalidad. Pero será ya demasiado tarde, porque esas nociones han quedado privadas desde el comienzo de su realidad auténtica, y sólo lograrán un estatuto débil e incierto, pues sólo así resultarán compatibles con la procesualidad fantasmagórica que les sirve de fundamento.

Capítulo III
LAS ENTIDADES NATURALES

El dinamismo y la estructuración no tienen una existencia propia: se dan en unos *sujetos*. Existe una enorme variedad de sujetos naturales, y la Naturaleza (con mayúscula), como conjunto de ellos, tiene unas características muy peculiares. Examineremos ahora qué tipos de sujetos naturales existen y cómo se relacionan mutuamente de tal modo que forman un sistema unitario.

1. Entidades y sistemas

La noción de sistema es de gran utilidad para representar los sujetos individuales, sus agrupaciones particulares y su articulación en el sistema total de la Naturaleza.

El término *sistema* proviene del griego: *syn* (con, junto a) e *hístemi* (poner, colocar). Expresa la idea de un objeto que está colocado junto a otro u otros, formando un orden, una sucesión, un conjunto. Se relaciona con *síntesis*, que significa composición, ordenamiento, ajuste, armonía. Se utiliza para designar un conjunto de reglas o principios

sobre alguna materia enlazados entre sí (por ejemplo, un sistema de gobierno); una combinación de cuerpos y movimientos que, siendo diferentes, forman un todo (por ejemplo, el Sistema Solar); un conjunto de órganos o partes similares que concurren a una misma función (por ejemplo, los sistemas nervioso o linfático). En general, toda serie, ordenamiento, sucesión, es un sistema (político, filosófico, métrico): el sistema es encadenamiento, orden, correlación, concierto, armonía.

1.1. *La teoría de sistemas*

La noción de sistema es utilizada con frecuencia para formular representaciones de los objetos naturales, sobre todo a partir de los trabajos de Ludwig von Bertalanffy, quien formuló la *teoría general de sistemas*[1].

El *holismo* y el *atomismo* son dos perspectivas que se han propuesto desde la antigüedad para explicar la naturaleza. El atomismo mecanicista fue defendido en la antigüedad por Demócrito, Epicuro y Lucrecio Caro; prevaleció, sin embargo, la perspectiva holística defendida por Aristóteles. En la época moderna, con el desarrollo de las ciencias experimentales, el atomismo adquirió una importancia creciente, sobre todo desde que en el siglo XIX se formuló la

1. Las ideas centrales de la teoría se encuentran expuestas en: L. VON BERTALANFFY, *General System Theory* , George Braziller, New York 1969; *Perspectivas en la teoría general de sistemas*, Alianza, Madrid 1986. Puede verse un análisis de los conceptos centrales de la teoría en: S. S. ROBBINS~T. A. OLIVA, *The Empirical Identification of Fifty-one Core General Systems Theory Vocabulary Components*, General Systems, 28 (1983-1984), pp. 69-76.

moderna teoría atómica. Sin embargo, las investigaciones actuales destacan cada vez más las dimensiones holísticas. La *teoría de sistemas* intenta sintetizar ambas perspectivas a través de la noción de *sistema.*

La *teoría general de sistemas* de Ludwig von Bertalanffy pretende superar la dicotomía entre el mecanicismo y el dinamismo, integrando ambas perspectivas en una más amplia. Surgió a partir de consideraciones biológicas, ámbito en el que tiene gran importancia lo relativo a la organización y las funciones. Esos aspectos han cobrado cada vez más importancia también en los niveles físico y químico.

La teoría de sistemas afirma la insuficiencia de la perspectiva reduccionista analítico-mecanicista. Subraya, frente al mecanicismo, que *el todo es más que la suma de las partes:* las totalidades no son el resultado de una mera agregación o adición, ya que es necesario tener en cuenta las interrelaciones entre los componentes. Como resultado de esas interrelaciones, en las totalidades existen características realmente nuevas, que suelen denominarse propiedades *emergentes*, que no existían en los componentes. La teoría afirma que *la perspectiva analítica debe ser completada con la sintética*; el análisis, al descomponer las totalidades, mutila la realidad, de tal modo que sólo puede obtenerse una representación adecuada de la realidad si se toman en consideración los aspectos sistémicos: aunque el análisis proporciona métodos valiosos que resultan indispensables para conocer la naturaleza de modo detallado, es incompetente para estudiar muchos aspectos de la realidad.

En la perspectiva de la teoría de sistemas se subraya la importancia del *holismo*, de las *estructuras*, de la *organización*, de la *emergencia*, de la existencia de diferentes *niveles jerarquizados*, y de la *finalidad.*

Se trata, en efecto, de una concepción *holística*. El término *holismo* proviene del griego *hólos*, y se refiere a algo que es un *todo* o una *totalidad*. La teoría de sistemas subraya la relevancia de los aspectos que se refieren a las totalidades, tales como las propiedades emergentes y los comportamientos que son propios del sistema en su conjunto. Completa la perspectiva analítica, centrada en la descomposición del todo en sus partes, con la sintética, que resalta las funciones de las partes y elementos dentro del todo. Al destacar que el todo es mayor que la suma de las partes, también afirma la *causalidad descendente* (*downward causation*); o sea, no sólo existe influjo desde abajo hacia arriba (desde los componentes hacia el sistema), sino también desde arriba hacia abajo (del todo sobre los componentes).

El holismo destaca la importancia de las *estructuras*, que expresan el carácter sistémico, holístico y sintético de los objetos. *Estructura* proviene del latín *structus* (fabricado), de *struere* (fabricar), y significa la distribución y orden de las partes de un edificio, un cuerpo, un poema, etc. La existencia de estructuras se relaciona con las pautas o patrones, que tienen su propia consistencia aunque cambien los componentes materiales.

La estructuración se relaciona con la *organización*. El término *orgánico* proviene del griego *ergon*, obra; *órganon* significa instrumento. En latín, *organicus* significa armonioso, organizado, que consta de órganos, lo perteneciente a máquinas e instrumentos musicales. Se aplica al cuerpo y sus partes, que constan de órganos aptos para las acciones vitales; también a leyes que derivan de la constitución de un Estado. *Organización* es la composición de las partes del cuerpo de un animal; disposición, arreglo, orden; consti-

tución de un pueblo, régimen, etc. *Organos* son las partes de un viviente consideradas en relación a sus funciones.

La teoría de sistemas afirma la existencia de la *emergencia*: no sólo existen propiedades aditivas, que son consecuencia de la simple agregación de las propiedades de los componentes, sino también propiedades nuevas que resultan de las interacciones entre los componentes y dan lugar a niveles cualitativamente diferentes, que deben ser estudiados de acuerdo con sus leyes propias. Por tanto, se distinguen los sistemas organizados de las meras *agregaciones,* que consisten en una mera yuxtaposición de componentes que no llegan a formar un todo orgánico. *Agregado* proviene del latín: *ad* (cerca) y *gregare* (forma verbal de *grex*, grey), y significa reunión de partes sin conexión, un mero conjunto de muchas o varias cosas; sin embargo, referido a personas, agregarse significa juntarse, incorporarse: interviene la idea de comunidad, asociación, vínculo, estatuto, pacto.

La teoría de sistemas subraya también la existencia de *niveles jerarquizados*. Existen diferentes niveles de sistemas que, si bien poseen una autonomía relativa, se encuentran relacionados, de tal manera que los niveles inferiores son absorbidos en los superiores. Existe una jerarquía de niveles subordinados. En los niveles superiores existen propiedades emergentes que no se dan en los niveles inferiores. Cada nivel debe ser estudiado de acuerdo con sus características propias. Por tanto, no resulta adecuado un reduccionismo que considere los sistemas de un nivel como una mera agregación de los sistemas de niveles inferiores.

Por fin, la teoría de sistemas subraya que la *finalidad* es una característica de las totalidades orgánicas. Los sistemas son el resultado de tendencias que manifiestan un comportamiento teleológico. La teoría subraya las *funciones*

de las partes en el todo y respecto a las demás, o sea, las relaciones funcionales que son características de los sistemas organizados.

La teoría de sistemas es una teoría *descriptiva*, que por sí misma no posee connotaciones *metafísicas*. De hecho, es utilizada por autores que defienden perspectivas materialistas; de acuerdo con el materialismo, las propiedades superiores serían el resultado de las interacciones de los componentes de los sistemas: se trataría de propiedades emergentes que, si bien no se reducirían a la suma de los componentes en un sentido mecanicista, e implicarían una novedad ontológica, no exigirían para ser explicadas ninguna causa diferente de los componentes de un sistema y sus interacciones. La teoría de sistemas afirma una perspectiva *ontológica* de tipo anti-mecanicista, holista, emergentista y estructuralista, pero no implica por sí misma ninguna interpretación metafísica materialista o espiritualista.

En definitiva, la teoría de sistemas proporciona instrumentos conceptuales de tipo descriptivo que resultan adecuados para reflejar las condiciones de los sistemas naturales, evitando las limitaciones de las perspectivas analítico-mecanicistas, y deja abiertas las posibilidades de ulterior interpretación filosófica.

1.2. *Tipos de entidades naturales*

En la Naturaleza existe una gran variedad de *entidades* que pueden ser denominadas *naturales*, en cuanto son el resultado de procesos naturales. En un sentido amplio, todas podrían ser denominadas *sistemas*, si por sistema se

entiende una mera combinación de elementos heterogéneos que forman una cierta unidad. Sin embargo, es mucho menor el número de sistemas si se reserva el nombre de *sistema* para designar las entidades a las que pueden aplicarse las características señaladas por la teoría de sistemas: holismo, estructuración, organización, emergencia, direccionalidad.

Algunas entidades naturales poseen las características típicas de los *sistemas*, y otras son meras *agregaciones*. También existen *situaciones* resultantes de la coincidencia de diferentes sistemas y agregaciones; no se trata propiamente de entidades, ya que son más bien conjuntos de entidades, pero es conveniente tenerlas en cuenta porque permiten obtener una representación más completa de la Naturaleza. Las fronteras entre estos tres casos no siempre son nítidas: de acuerdo con los diferentes *grados de integración* de los componentes, las entidades poseen diferentes *grados de individualidad y de unidad.*

Los *sistemas* corresponden a los casos de mayor integración. En los sistemas se dan interacciones que modifican parcialmente la individualidad de los componentes, de tal modo que se forma una unidad más o menos fuerte y los componentes se encuentran integrados en una unidad superior; se trata de *sistemas unitarios*, que poseen un modo de ser y una actividad propias del sistema total en cuanto tal (holismo). En los casos intermedios, los componentes conservan plenamente su individualidad: se trata de *mezclas* o *agregaciones* en las cuales los componentes se encuentran yuxtapuestos, o sea, unidos mediante lazos más o menos externos, o de *sistemas de orden* cuyos componentes forman una unidad basada en relaciones dinámicas, como sucede en el Sistema Solar. En los casos de menor integración, los componentes no llegan a formar ninguna entidad

unitaria, y simplemente se encuentran relacionados mediantes interacciones externas; es el caso de las *situaciones*.

Los *sistemas unitarios* poseen diferentes grados de unidad y organización. Por ejemplo, el Sol (como las demás estrellas) tiene un núcleo en el que se desarrollan las reacciones termonucleares y otras zonas muy extensas que poseen características propias pero se encuentran englobadas dentro de una organización unitaria. El organismo de los vivientes posee una unidad típica que abarca muy diversos componentes y necesita de condiciones externas muy precisas para su persistencia.

Entre los sistemas unitarios, existen algunos que poseen una especial unidad, tanto en el aspecto dinámico como en el estructural: se da en ellos un alto grado de holismo, integración, dinamismo, cooperatividad y direccionalidad. Los denominaremos *sistemas centrales*, porque *en sí mismos* tienen como un centro que atrae a los componentes hacia la unidad, y porque, *en el conjunto de la naturaleza*, desempeñan una función central en cuanto son fuente de dinamismo y expresión fundamental de la estructuración: los demás sistemas dependen de ellos. Son *centros de la articulación entre el dinamismo y la estructuración.*

1.3. *Los sistemas centrales*

Los sistemas centrales poseen características peculiares tanto en sus dimensiones internas como en su actividad. En ellos se da un funcionalismo o cooperatividad de las partes; los componentes desempeñan funciones que hacen posible la existencia del todo, y contribuyen a su actividad.

Tienen una actividad direccional; poseen virtualidades y tendencias características. No son entidades amorfas, sino que poseen un dinamismo propio que se despliega de acuerdo con las circunstancias, siguiendo pautas definidas.

Nicolai Hartmann ha destacado la función que los sistemas naturales desempeñan como centros de dinamismo y estructuración, y ha utilizado para caracterizarlos la noción de *predeterminación central*. Al mismo tiempo ha señalado que, entre las entidades que se manifiestan ante la experiencia ordinaria, sólo los vivientes son sistemas naturales que poseen predeterminación central; los demás cuerpos son agregaciones, fragmentos, formaciones con límites artificiales:

> "Esto ha cambiado únicamente con la física atómica por un lado y la astrofísica por otro. Lo llamativo de las formas artificiales, así como de los fragmentos y partes de lo dado en nuestras inmediaciones, es una razón capital de que permanezcan ocultas las totalidades naturales. De estas últimas no podemos percatarnos más que por medio de rodeos. Son métodos científicos los que conducen a ellas"[2].

Hartmann afirma que las partes y fragmentos (en definitiva, las agregaciones) no tienen un *interior* propiamente tal, o tienen su interior *fuera de sí*; de este modo subraya que no tienen una unidad dinámica propia. En cambio, a lo que posee esa unidad lo denomina *complejo dinámico* y lo define con estas palabras:

> "es aquella formación natural que tiene su interior 'dentro de sí'. Por eso es una formación independiente, por eso es su límite el límite esencial peculiar a él, y por eso es su totalidad una unidad natural dinámicamente sustentada"[3].

---

2. N. HARTMANN, *Ontología*. IV. *Filosofía de la naturaleza*, cit., vol. I, pp. 512-513.

3. *Ibid.*, p. 517.

Los complejos dinámicos, según Hartmann, son formaciones naturales que tienen una *predeterminación central* propia, que consiste en un equilibrio dinámico interno, del que resulta la unidad característica del complejo dinámico como una *totalidad*. La predeterminación central distingue los sistemas naturales de las agregaciones, y también de los artefactos que son obra humana. Hartmann afirma que la predeterminación central se encuentra tanto en el nivel orgánico como en el inorgánico, pues se da en todas las totalidades naturales que presentan una cierta independencia[4].

Lo que aquí denominamos *sistemas centrales* coincide básicamente con los sistemas naturales que, según la terminología de Hartmann, poseen una predeterminación central y son complejos dinámicos unitarios. Poseen un dinamismo propio y son centros de dinamismo y estructuración. Todo el conjunto de las entidades naturales está articulado en torno a ellos. Al estudiar esos sistemas, Hartmann es consciente de que podrían prestar una base a las nociones clásicas de *forma* y de *substancia*, y se apresura a afirmar que, en realidad, nada tienen que ver con esas nociones. Pero esta apreciación ya no responde a una *representación objetiva* de la naturaleza, sino a una *interpretación* que ha de ser analizada con más detenimiento.

La *existencia de sistemas centrales* puede ser afirmada sin dificultades en el caso de los vivientes. En otros casos llegamos a su conocimiento gracias al progreso científico. Los sistemas centrales corresponden a lo que tradicionalmente se ha conceptualizado como *substancias*. Hasta el siglo XVII solía afirmarse que los vivientes son substancias, y existían diferentes interpretaciones acerca de las substancias en el ámbito inorgánico. El nacimiento de la

4. Cfr. *ibid.*, pp. 517-520.

ciencia experimental moderna en el siglo XVII abrió la posibilidad de determinar con mayor precisión este problema, pero esa determinación ha estado rodeada de confusiones hasta que se ha dispuesto, en nuestra época, de suficientes conocimientos acerca del ámbito microfísico.

En la actualidad, estamos en condiciones de afirmar que en los diferentes niveles de la naturaleza existen sistemas que no se reducen a una mera *yuxtaposición* de componentes, ya que poseen *propiedades que no se encuentran en los componentes*, y poseen además *un dinamismo y una estructuración que son propias del sistema como tal.*

Muchos cuerpos son meras agregaciones; sus propiedades son la simple suma de las propiedades de sus componentes, que se encuentran unidos por enlaces que no modifican básicamente su identidad propia. Pero en otros muchos existen verdaderas *novedades estructurales y dinámicas*. En esos casos, se forman *nuevos patrones estructurales* que, si bien responden a las interacciones de los componentes, no se reducen a su mera agregación o suma aritmética. Los componentes cambian como resultado de sus interacciones. Esos sistemas poseen un *nuevo dinamismo propio*. En la actualidad, se admite generalmente la existencia de lo que aquí denominamos *sistemas centrales*. Suele aceptarse, como un hecho, que en muchos sistemas se dan *novedades* que no se reducen a la mera yuxtaposición de los componentes, y que, en esos casos, se da una *emergencia* de nuevas características. Las discrepancias surgen cuando se intenta precisar con más detalle en qué consiste esa emergencia y, más aún, cuáles son sus implicaciones filosóficas más generales.

Pueden señalarse *dos condiciones principales* para afirmar la existencia de un sistema central: la *individualidad* y la *unidad*. La *individualidad* no significa independencia

total frente a las demás entidades, pero sí un cierto grado de independencia: poseer estructuración y dinamismo propios. La *unidad* se refiere a la integración efectiva de los componentes en el sistema, y se manifiesta tanto en el dinamismo como en la estructuración (holismo y cooperatividad)

Ante la *experiencia ordinaria,* los vivientes aparecen como sistemas centrales, ya que poseen la organización, unidad y dinamismo característicos de los sistemas centrales. Las entidades inorgánicas (no vivientes) tienen muy diferentes tipos de composición y unidad: los ríos, mares, y otros sistemas semejantes constan básicamente de agua; la Tierra consta de minerales de composición muy diversa; el aire es un compuesto químico. En este ámbito, casi sólo los vivientes pueden ser calificados sin ambigüedad como sistemas centrales, y los demás entes son, por lo general, agregaciones, en las cuales predomina ocasionalmente algún componente principal. La determinación más precisa de los sistemas centrales inorgánicos cae fuera del alcance de la experiencia ordinaria, y su búsqueda ha sido siempre un aspecto central de la investigación de la naturaleza, muy relacionado con la determinación de los elementos; se trata de una búsqueda difícil que sólo ha conseguido asentarse sobre terreno firme a partir del siglo XIX, gracias a los progresos en los niveles físico y químico.

Si tenemos en cuenta los conocimientos proporcionados por las ciencias, la existencia de sistemas centrales resulta especialmente patente en el *nivel biológico*. Los vivientes poseen un dinamismo propio en el que se encuentran integrados los componentes de su organismo, y poseen una individualidad característica. Los componentes desempeñan funciones que se integran en la actividad del individuo. Existen muchas propiedades que afectan al viviente en su totalidad.

Algunas características de los organismos se explican mediante conceptos de la *cibernética*. La *retroacción* (*feedback*) de un sistema sobre sí mismo explica su autonomía, porque el sistema obtiene información acerca de las condiciones internas y externas, y regula su funcionamiento en función de esa información. La *homeostasis* es la producción y mantenimiento de una constancia en la composición y organización del sistema. Aunque los organismos vivos se hallan en equilibrio, ya que no cambian básicamente al observarlos durante un cierto tiempo, se trata de un *equilibrio dinámico* que consiste en un *estado estacionario*: la transferencia de materia y energía desde el entorno al sistema se halla compensada por la transferencia de materia y energía hacia el exterior del sistema. Ese equilibrio dinámico se explica, en buena parte, mediante la organización de tipo cibernético.

Podría pensarse que la cibernética da la razón al atomismo, puesto que los vivientes serían sistemas cibernéticos que se explicarían mediante sus componentes. Sin embargo, los vivientes poseen muchas propiedades *holísticas*, tanto estructurales como dinámicas. El problema que aquí se plantea surge de mezclar dos cuestiones diferentes. La primera se refiere a la caracterización de los vivientes como sistemas centrales, lo cual parece quedar fuera de toda duda. La segunda se refiere a preguntarse si esos sistemas unitarios pueden explicarse completamente mediante procesos de tipo cibernético; en definitiva, si lo biológico puede reducirse al nivel físico-químico. Esta segunda cuestión, a su vez, abarca dos problemas diferentes: si se plantea en el nivel científico, su respuesta corresponde a las ciencias, y si se plantea como un interrogante acerca del alcance de las explicaciones científicas, remite a la fundamentación metafísica de la naturaleza.

La existencia de sistemas centrales no es exclusiva del nivel biológico. También se da, en diferentes grados, en muchas entidades de otros niveles. Esto es menos visible en la experiencia ordinaria, donde los cuerpos suelen ser agregaciones. Uno de los mayores logros del progreso científico consiste, precisamente, en manifiestar que en todos los niveles de la naturaleza existen sistemas centrales.

En el *nivel microfísico*, las moléculas están compuestas de átomos, y los átomos de partículas subatómicas. Parecería que tanto los protones y neutrones en el núcleo, como los electrones periféricos del átomo, y los átomos en las moléculas, serían entidades que, al formar parte del nuevo sistema, adquirirían o perderían algunas propiedades particulares, manteniendo su identidad básica. Esta representación corresponde en parte a la realidad, resulta útil a efectos prácticos, y refleja la posibilidad de obtener esos componentes actuando sobre los sistemas. Sin embargo, la realidad es más compleja. En efecto, los núcleos, los átomos y las moléculas poseen una estructuración y un dinamismo propios, unitarios y diferentes de lo que resultaría de una mera agregación. Ni siquiera podemos representar las partículas como entidades puramente corpusculares. Para separar los componentes es necesario provocar procesos energéticos que alteran esos sistemas.

En el *nivel químico*, la estructura de las moléculas se representa mediante los enlaces químicos, que unen los átomos entre sí. Existen diferentes tipos de enlaces: por ejemplo, en el enlace iónico los iones se mantienen unidos por fuerzas eléctricas de atracción, y en el enlace covalente los átomos comparten electrones. Pero esos enlaces son casos extremos, y todos los enlaces tienen algo de ellos: sólo indican *grados de comportamiento*. Por tanto, los sistemas químicos no se explican mediante meras interac-

ciones externas entre componentes básicamente inalterados, y su estudio científico muestra que poseen aspectos *holísticos* y *direccionales*.

En los *niveles mesofísico* (entidades visibles y no demasiado grandes) *y macrofísico* (grandes tamaños) del mundo inorgánico existen sistemas que poseen diferentes grados de holismo, integración, funcionalidad y dinamismo. Por ejemplo, los minerales han de someterse a procesos muy variados para separar componentes más unitarios, y esos procesos son particularmente laboriosos cuando se pretende conseguir substancias químicas en estado puro. Las estrellas poseen un núcleo en el que radica su estructura y actividad, y debido a su enorme tamaño, en las zonas más externas se encuentran muchos componentes cuya unión con el sistema es débil.

En definitiva, la noción de *sistema central* puede aplicarse sin dificultad a las entidades microfísicas tales como los átomos, las moléculas y las macromoléculas; también a las substancias químicas formadas por átomos que constituyen una unidad estructural y dinámica unitaria; y a los vivientes. A medida que se asciende en los niveles de organización, los sistemas se encuentran integrados en sistemas mayores que poseen una complejidad creciente y características peculiares; por ejemplo, en los vivientes más complejos existen muchos sub-sistemas que poseen una individualidad propia pero se encuentran, no obstante, integrados en una unidad estructural y dinámica superior. La noción de *sistema central* es genérica, y se realiza de acuerdo con modalidades muy diversas en los diferentes niveles de organización. Además, tal como ya hemos señalado, existen *sistemas unitarios* que, si bien no poseen la unidad plena de los sistemas centrales, pueden considerarse como intermedios entre los sistemas centrales y las simples

agregaciones; este es el caso, por ejemplo, del Sol y las demás estrellas y, de algún modo, también de la Tierra.

Hemos afirmado que *los sistemas centrales son centros de dinamismo y de estructuración*. El camino seguido por las ciencias así lo manifiesta. En efecto, en las ciencias ocupa un lugar especialmente destacado la búsqueda de las organizaciones unitarias que se encuentran en el origen de los procesos y que son su resultado natural, y esto son los sistemas centrales. En ellos se manifiesta de modo patente el entrelazamiento entre el dinamismo y la estructuración, ya que poseen un dinamismo unitario que responde a su estructura, y una estructura que es el resultado unitario de procesos naturales. El dinamismo no es un simple movimiento añadido exteriormente a los sistemas centrales, sino, por así decirlo, un despliegue energético que da lugar a diferentes patrones estructurales que, a su vez, son fuente de nuevas manifestaciones del dinamismo.

La consideración de los sistemas centrales tiene gran importancia en vistas a conseguir una representación fidedigna de la naturaleza. En efecto, la naturaleza posee aspectos muy específicos que se manifiestan claramente en los sistemas centrales. En la naturaleza se da una enorme diversidad de entidades, muchas de las cuales no son sistemas unitarios; sin embargo, esas entidades son el resultado de un dinamismo que se despliega en torno a los sistemas centrales: se componen de sistemas centrales y son producidas por interacciones entre ellos.

1.4. *Los elementos*

Ya nos hemos referido anteriormente al problema de los elementos. Es muy probable que la búsqueda de unos elementos *últimos*, a los que se reducirían finalmente todas las entidades naturales, nunca llegue a un término definitivo. Esto se debe, por una parte, a razones epistemológicas; en efecto, nuestras representaciones del mundo microfísico tropiezan con serias limitaciones. Además, es difícilmente concebible que existan entidades naturales que no puedan descomponerse.

Sin embargo, es legítimo hablar de elementos *en sentido relativo*, o sea, con referencia a los diferentes niveles de la naturaleza y de las ciencias, siempre que no se olvide que ese lenguaje supone la adopción de puntos de vista particulares.

Por ejemplo, según el modelo estándar de las partículas y fuerzas fundamentales, la materia consta de unos cuantos tipos de leptones y quarks que, por el momento, pueden ser considerados como las partículas elementales. Sin embargo, aunque ese modelo se encuentra bien establecido, existen propuestas teóricas que postulan la existencia de niveles inferiores de composición. Y, en cualquier caso, estas partículas no pueden ser representadas completamente según el modelo corpuscular. Teniendo en cuenta estas salvedades y otras análogas, puede decirse que la materia está compuesta de leptones y quarks, y que la materia ordinaria está compuesta de protones, neutrones y electrones.

Adoptando precauciones semejantes, también es legítimo hablar de elementos en otros niveles. Los átomos son los elementos básicos del nivel químico, y en el nivel

biológico se habla de las macromoléculas orgánicas que son los componentes fundamentales de los organismos.

En cada disciplina científica existen entidades que, a determinados efectos, se consideran como elementales. Tiene especial interés subrayar que los elementos de los diferentes niveles corresponden, en buena parte, a los sistemas centrales; esto resulta lógico si se tiene en cuenta que en los sistemas centrales se encuentra la articulación entre el dinamismo y la estructuración naturales.

Por tanto, existe una estrecha relación entre los sistemas centrales y los elementos, y ambas cuestiones se relacionan con el problema clásico de la substancialidad. En las formulaciones científicas no suele aparecer el concepto de substancia. Sin embargo, *en la ciencia se admite implícitamente la existencia de substancias y accidentes*. En ocasiones, como sucede en la química, la caracterización y clasificación de las substancias corresponde con gran exactitud a la noción clásica; en cambio, en la microfísica no pueden establecerse correspondencias inequívocas. En cualquier caso, aunque el concepto de substancia no suele encontrarse en las formulaciones científicas, es un supuesto de la investigación; en efecto, el estudio de la naturaleza se fundamenta en la existencia de los sistemas centrales, y el progreso científico proporciona un conocimiento cada vez más detallado de ellos.

1.5. *Los sistemas secundarios*

Frente a los sistemas centrales y, en general, a los sistemas unitarios, las demás entidades naturales pueden ser

denominadas *sistemas secundarios*. Se trata de las *agregaciones*, de los *sistemas de orden*, y de las *situaciones*.

Las *agregaciones* abarcan una gran variedad de casos. Su carácter común consiste en la existencia de componentes que mantienen su individualidad, sin formar un nuevo sistema unitario. Pero es obvio que este rasgo general admite muchos grados.

Por ejemplo, los minerales son agregaciones que se han formado a través de procesos geológicos, en condiciones particulares que han determinado su composición y propiedades. Las formas minerales unitarias, que poseen una composición definida y unas propiedades igualmente características, corresponden a sistemas centrales; en otros casos suelen coexistir formas en las que se dan grados desiguales de unidad. En cambio, las agregaciones del agua suelen ser bastante homogéneas, aunque incluyan compuestos químicos en proporciones variables. En las estrellas existen niveles diferenciados que componen un macrosistema en el que se encuentran sistemas centrales y agregaciones.

La consideración detallada de las modalidades de las agregaciones tiene interés en el ámbito de las ciencias. Para conseguir una representación general de la naturaleza es suficiente considerar a grandes rasgos los estados de la materia, sus componentes fundamentales y las fuerzas que los mantienen unidos.

Si consideramos la naturaleza en su conjunto, casi toda la materia se encuentra en las estrellas y una buena parte de ella está en estado de *plasma*. Suele denominarse al plasma el cuarto estado de la materia, junto con los clásicos estados sólido, líquido y gaseoso. Las transiciones entre los estados se encuentran, en buena parte, determinadas por la

temperatura. Cuando aumenta la temperatura, se pasa del estado sólido al líquido, y del líquido al gaseoso; la composición básica de la materia es la misma en estos tres estados, y varía la cohesión de los átomos y moléculas entre sí. Cuando las temperaturas son muy altas, se descomponen los átomos y se llega al estado de plasma. En definitiva, una gran parte de la materia del universo se encuentra en un estado completamente ajeno a nuestra experiencia ordinaria.

Vivimos en unas condiciones que, si se considera el universo en su conjunto, son muy excepcionales. Sería un error representar la naturaleza tomando como base única o principalmente los datos de nuestra experiencia común. Nuestra galaxia es una entre los miles de millones que pueblan nuestro universo, e incluso dentro de ella, el Sol es una más entre miles de millones de estrellas. Cada galaxia es un *sistema de orden* cuya estructura depende de las atracciones gravitacionales entre sus estrellas. Nuestro Sistema Solar también es un sistema de orden en el cual las órbitas de los planetas en torno al Sol dependen de las fuerzas de la gravedad. La gravedad es la fuerza dominante a gran escala, ya que condiciona el comportamiento de las entidades dotadas de gran masa; también es responsable de la existencia de las estrellas, ya que las reacciones termonucleares que se desarrollan en su núcleo dependen de la concentración de una enorme cantidad de partículas.

Los sistemas de orden responden a equilibrios dinámicos. Las interacciones entre sus componentes dan lugar a situaciones en las cuales, en medio de una actividad incesante, existen aspectos estables. En el caso del Sistema Solar, por ejemplo, las órbitas de los planetas siguen pautas regulares. En el caso de los ecosistemas se dan equilibrios mucho más complejos que, en algunos casos, llegan a ser particularmente estables.

En nuestro entorno existen condiciones muy estables que hacen posible la existencia de la vida. Esa estabilidad oculta parcialmente el carácter enormemente dinámico de la naturaleza, que en su conjunto se encuentra de modo habitual en condiciones que pueden ser denominadas, sin exageración, como catastróficas: lo son en el sentido habitual, y también en el sentido utilizado por la teoría de catástrofes, ya que el dinamismo natural produce continuamente nuevas agregaciones y sistemas centrales. La morfogénesis no sólo se da en nuestro nivel biológico, sino que es algo habitual en los procesos de la materia inorgánica del universo.

Por tanto, para representar la naturaleza tienen también gran importancia lo que hemos denominado *situaciones*. Existen pautas que se repiten, pero existen muchas situaciones *fácticas* que, si bien son en principio repetibles, de hecho tienen un carácter único. Las pautas propias de los sistemas centrales determinan las características de las situaciones fácticas, pero esas mismas pautas son el resultado de situaciones fácticas.

Nuestro conocimiento progresa gracias a la existencia de un orden detectable. El progreso científico pone ante nuestra vista nuevos aspectos del orden natural. Pero la naturaleza es muy compleja, y no consiste en una pura superposición de distintos tipos de orden. Los avances más recientes de la ciencia nos sitúan ante una nueva frontera en la cual el desorden desempeña, de algún modo, una función importante. Hasta una época muy reciente, no se disponía de medios para estudiar muchas situaciones naturales en las cuales se mezcla el orden con el desorden. En la actualidad se comienza a avanzar por ese camino, tal como lo describe, de modo gráfico, Daniel Stein con estas palabras:

> "La suciedad se puede barrer y recoger, o se puede esconder debajo de la alfombra, pero antes o después exigirá que se le preste atención. En las ciencias físicas, la *suciedad* puede ser desorden en las estructuras, impurezas en los materiales o conflictos entre interacciones. La suciedad perjudica el orden. Unas cantidades suficientes de distribuciones al azar, imperfecciones e irregularidades pueden destruir las simetrías intrínsecas que simplifican enormemente las descripciones físicas. En la mayor parte de la historia de la física, la suciedad se ha barrido y recogido; los físicos se han dedicado, sobre todo, a investigar los sistemas ordenados; de ese tenor son los cristales perfectos. Sin embargo, desde principios de los setenta, empezaron a prestar atención al estudio del desorden; en otras palabras, los físicos comenzaron a preocuparse por la suciedad que se había ido acumulando en los pasillos de la ciencia. Al principio se trató de añadir una pequeña cantidad de desorden a un cristal perfecto, por ejemplo, con el fin de avanzar en el estudio de los vidrios, unos materiales en los que los átomos están fijos en posiciones aleatorias en el espacio. Estos esfuerzos fracasaron. Pretender excluir todo desorden en sistemas intrínsecamente sucios es intentar estudiar una charca sin lodo" [5].

Por tanto, cuando hablamos de los sistemas centrales y de su función básica en la naturaleza, es importante no perder de vista que las pautas naturales existen en un estado que podría denominarse *impuro*, ya que se encuentran ensambladas con situaciones fácticas aleatorias. Para obtener pautas puras suele ser preciso provocar condiciones muy especiales en los laboratorios. Este es uno de los motivos por los cuales la experimentación desempeña una función esencial en las ciencias naturales. En cierto modo, las leyes y las pautas sólo existen en toda su integridad en las mentes de los científicos y en sus escritos: la naturaleza real presenta, por todas partes, la marca de las situaciones fácticas singulares.

---

5. D. STEIN, *Vidrios de espines*, Investigación y Ciencia, nº 156, septiembre 1989, p. 24.

2. La substancialidad

Si pretendemos expresar sintéticamente qué hay en la naturaleza, diríamos que, en último término, la naturaleza consta de *entidades* y de *procesos*, o sea, de seres que están sometidos a cambios. Esta descripción se apoya sobre el esquema *ser-devenir*, que recoge los dos aspectos básicos de la realidad. En el ámbito de las entidades se distinguen las que tienen un ser propio, que suelen denominarse *substancias*, y las que sólo existen como determinaciones o propiedades de las substancias, que suelen denominarse *accidentes*.

Ya hemos aludido a la correspondencia entre los sistemas centrales y las substancias. La noción de substancia corresponde a las características de lo que hemos denominado *sistemas centrales*, que manifiestan la dependencia mutua de las entidades y los procesos. La *estructuración* y el *dinamismo* están entrelazados: las estructuras son resultado de procesos, y los procesos resultan del tipo de estructuras existentes.

Examinaremos a continuación algunas perspectivas filosóficas especialmente relevantes acerca de la substancia, a la luz de nuestras consideraciones anteriores. La noción de substancia ocupa un lugar central entre las ideas filosóficas, ya que su determinación equivale a definir cómo es la realidad. Nos centraremos en seis conceptualizaciones que tienen especial relevancia en el ámbito de la filosofía natural: las de Aristóteles (incluyendo a Tomás de Aquino), Descartes, Kant, Bergson, Whitehead y Hartmann. Finalmente, añadiremos algunas reflexiones conclusivas acerca de las características de las substancias.

2.1. *Substancia, esencia y ser* (Aristóteles y Tomás de Aquino)

Aristóteles planteó la pregunta acerca de la sustancia como el problema central de la filosofía, ya que equivale a determinar qué es el ente, qué hay en la realidad, qué es propiamente la realidad.

En efecto, según Aristóteles, *ente* se dice en varios sentidos: esencia, cantidad, cualidad, etc., pero su primer significado es la esencia, que significa la substancia. La idea central es que, cuando decimos *qué es* algo, no decimos que es blanco ni caliente ni de tres codos, sino un hombre o una planta, y todo lo demás se llama ente por ser cantidades o cualidades o afecciones de la substancia; lo que no es substancia, no tiene existencia propia ni puede separarse de la substancia, de tal manera que *el ente, en su sentido primario, es la substancia.* En efecto, sólo la substancia es separable, tiene existencia propia; además, la noción de las demás categorías incluye la de substancia; y conocemos algo sobre todo cuando conocemos qué es. Por tanto, *la substancia es el objeto primero del estudio filosófico* [6].

Aristóteles utiliza tres expresiones para designar la substancia. La primera es *tò tí esti*, traducido por los latinos como *hoc quid est* o *quod quid est*; se refiere a la esencia o quididad, y se distingue del *accidente* predicable. La segunda es *tóde ti*, en latín *hoc aliquid*; se refiere a algo determinado, o sea, a la substancia individual, y se distingue del accidente categorial. La tercera es *ousía* o entidad, en latín *essentia*; es un término abstracto derivado del verbo

6. Cfr. ARISTÓTELES, *Metafísica*, VII, 1, 1028 a 10 - b 7.

ser, y en las Categorías designa al sujeto de la predicación frente a los accidentes. Estos conceptos están estrechamente relacionados, puesto que las substancias concretas poseen una esencia o modo de ser unitario, y son el sujeto del que se predica todo lo demás.

En definitiva, el término *substancia* remite al *modo de ser* de los entes que tienen un ser propio. Por ejemplo, ser planta o ser hombre implica un modo de ser substancial, a diferencia de lo que expresan los accidentes. La substancia *no inhiere en otro* y, por tanto, *no se predica de otro*. Es el *ente capaz de subsistir separadamente*, autónomo, en sí y por sí. Es *algo determinado*, no universal o abstracto. Tiene *unidad intrínseca* y no es un mero agregado de partes múltiples. Es *acto*, actualidad, no potencialidad sin actualizar[7].

Cuando Aristóteles aplica la noción de substancia a los entes concretos, o sea, cuando se pregunta *cuáles son las substancias*, responde que los entes donde la substancialidad se da más claramente son los animales, las plantas, y sus partes; los cuerpos naturales (fuego, agua, tierra y otros de ese género), las partes de éstos y los compuestos de ellos (el cielo y sus partes, los astros, la Luna, el Sol)[8].

Según Aristóteles, *en el ámbito material sólo los entes naturales son substancias*. En efecto, la forma supone unidad en el ser, y las agregaciones sólo tienen una unidad débil, no un modo de ser propio. Una substancia no se compone de varias substancias en acto. La substancia se distingue de las meras *agregaciones*, en las cuales los componentes conservan su esencia. Y se distingue de los

7. Cfr. *ibid.*, VII, 3, 1029 a 7 ss.
8. Cfr. *ibid.*, VII, 2, 1028 b 8-13.

entes artificiales o *artefactos*, que no poseen una unidad intrínseca sino solamente funcional.

En esta perspectiva, se plantea un interrogante: ¿cómo se explican las formas, que son el principio del ser y de la inteligibilidad? Cabe decir que en el plano formal no requieren explicación ulterior; están ahí, son así, se conocen; esto es un dato. En el plano de la eficiencia, la forma resulta de la producción del compuesto; remite a la causalidad eficiente.

La perspectiva aristotélica no incluye la creación. Por tanto, no proporciona una explicación última de las formas (y de las substancias). Según Aristóteles, el primer motor mueve como causa final; no produce el ser. Tomás de Aquino utilizó las ideas aristotélicas, pero las integró en una perspectiva metafísica diferente, centrada en torno a la *creación*. La substancia material resulta inteligible porque encuentra su razón de ser en la creación, en la inteligencia y voluntad divinas. La creación es el fundamento último del ser de la naturaleza. El plan divino de la creación que responde a la difusión de la perfección y bondad divinas, a su participación por las criaturas (y especialmente por el hombre, criatura racional capaz de conocer y amar a Dios), hace inteligible la realidad creada. Así, bajo formas aristotélicas, circula otro espíritu.

La doctrina de Tomás de Aquino acerca de la substancia parece idéntica a la de Aristóteles si se consideran los materiales que organiza, pero los considera bajo una perspectiva nueva; por eso, se trata de una doctrina propia, que enriquece notablemente a la de Aristóteles. La doctrina tomista gira alrededor del *actus essendi*, acto de ser de la criatura que es participación del *Ipsum Esse Subsistens* divino. Dios no *tiene* ser, sino que *es* el *Ser*; su modo de ser o esencia consiste en la plenitud del Ser, y a través de la

creación produce el ser de las criaturas. Las substancias creadas encuentran su fundamento último, tanto en su entidad como en su inteligibilidad, en su *ser*, que se encuentra limitado a modos de ser concretos expresados por la *esencia*.

Las ideas básicas de Aristóteles y Tomás de Aquino acerca de la substancia corresponden a lo que hemos denominado *sistemas centrales*, añadiendo una perspectiva ontológica. Las diferencias se refieren a la cosmovisión y a sus implicaciones, no al contenido básico. En este contexto, la identificación de las substancias naturales concretas y de sus características particulares (origen y estabilidad) tiene un interés secundario; no afecta a la doctrina básica, que es de orden filosófico. La cosmovisión antigua, superada en muchos aspectos por el progreso científico, puede separarse de la perspectiva filosófica acerca de la substancialidad, y ésta resulta no sólo congruente con la cosmovisión actual, sino incluso enriquecida por ella.

2.2. *Substancia, materia y extensión* (Descartes)

René Descartes definió la substancia como "una cosa que existe de tal manera que no tiene necesidad de ninguna otra para existir"[9]. Pero esta definición es confusa. En efecto, el mismo Descartes advirtió enseguida que, en sentido absoluto, sólo puede aplicarse a Dios, pues las criaturas necesitan del concurso divino para existir.

---

9. "Une chose qui existe en telle façon qu'elle n'a besoin que de soi-même pour exister": R. DESCARTES, *Los principios de la filosofía*, cit., primera parte, n. 51.

Descartes colocó la afirmación del yo pensante como certeza básica y fundamento de toda ulterior certeza. El yo piensa, duda, entiende, concibe, afirma, niega, quiere, imagina, siente; es una substancia pensante o *res cogitans*. La substancia material, en cambio, es una *res extensa*; su carácter esencial es la extensión, y las cualidades no son más que afecciones causadas en el sujeto cognoscente por la materia, cuyas características se explican mediante el esquema mecanicista. Las substancias tienen un atributo principal, que constituye su esencia; en el caso del alma, ese atributo es el pensamiento, y en el caso de los cuerpos, es la extensión[10].

La identificación de la substancia corpórea con la extensión es problemática, puesto que la extensión es una característica accidental, y no permite fundamentar la unidad que exige la sustancia. Descartes afirmó que la extensión corresponde a la idea clara y distinta que tenemos de los cuerpos; sin embargo, se trata más bien de una *imagen* que puede ser representada y estudiada *geométricamente*. En su afán de proporcionar una base filosófica para la nueva ciencia matemática de la naturaleza, Descartes redujo la substancia material a los aspectos geométricos, pero esa reducción no puede fundamentarse con rigor y ocasiona serias dificultades.

Por ejemplo, se plantean problemas en orden al *conocimiento de la substancia*. ¿Cómo se conoce una substancia material, después de haberla despojado de todas sus propiedades, reduciéndola a pura extensión? Esto choca con la experiencia. Además, *la física mecanicista no se sostiene*, ni como física matemática en el sentido moderno, ni como filosofía natural.

---

10. Cfr. *ibid.*, n. 53.

Descartes rechazó las formas aristotélicas porque le parecían inútiles para la explicación de los fenómenos; el mecanicismo bastaría. No comprendió que el nuevo planteamiento de la ciencia matemática de la naturaleza se coloca en un nivel diferente del propio de la filosofía, y que esa ciencia matemática deja fuera de su ámbito aspectos cuyo estudio requiere una perspectiva diferente. Su planteamiento se explica como reacción frente a una filosofía natural que dejaba de lado los aspectos cuantitativos, pero su solución incurre en un defecto semejante, sólo que de signo opuesto.

El planteamiento cartesiano tuvo una importancia histórica decisiva. Se encuadra dentro del proceso que puso en marcha la física moderna en pugna con la filosofía natural antigua, y contribuyó a que se pensara que el mecanicismo era la filosofía exigida por la nueva ciencia.

La imagen mecanicista es sólo un modelo explicativo parcial, que tiene serias limitaciones incluso en el ámbito de la física matemática. Algunas ideas de Descartes contribuyeron al nacimiento de la física moderna: formuló el principio de inercia, aunque de modo incompleto; formuló la noción de cantidad de movimiento; insistió en el estudio matemático de la naturaleza y lo aplicó a muchos fenómenos. Sin embargo, sus leyes básicas reducían las acciones físicas a choques de partículas extensas, y de hecho significaron un obstáculo para el desarrollo de la física moderna, que sólo se consolidó cuando se introdujeron conceptos, como la noción de fuerza, que no caben dentro del esquema mecanicista.

2.3. *La substancia como categoría mental* (Kant)

Para Immanuel Kant, la substancia es una de las categorías *a priori*, que no tienen su origen en la experiencia, y son condiciones de posibilidad de la experiencia. Kant admitió el planteamiento *empirista*, según el cual la sensibilidad sólo proporciona impresiones incoherentes, y el conocimiento se organizaría sobre esa base, según Kant, de acuerdo con los dos procesos siguientes: para pensar, necesitamos ordenar las impresiones sensibles; en un primer paso, las ordenamos en el espacio y el tiempo, que son formas *a priori* de la sensibilidad, y en un segundo paso, formulamos conceptos que son también *a priori*, y cumplen la función de hacer inteligible la experiencia. En definitiva, no podemos pensar sin la noción de substancia, que es una forma pura que nos permite organizar la experiencia de manera inteligible.

Según Kant, la substancialidad es una condición *a priori* del conocimiento, que nos permite pensar *la permanencia de los fenómenos en el tiempo,* y hace posible toda determinación del tiempo. Su *quantum* permanece; esto responde a la constancia de la masa newtoniana concebida como cantidad de materia. Kant intentó explicar filosóficamente la posibilidad de una *física matemática fenoménica,* que se refiere a objetos estables cuyo estado cambia en el tiempo. La substancia viene concebida como un *substrato pasivo e inerte*, sin vida propia; es una noción que se refiere a la permanencia de los fenómenos en el tiempo.

El planteamiento kantiano está condicionado por el falso dilema entre "ser derivado totalmente de la experiencia sensible" y "ser totalmente obra de la inteligencia". Debido a su fondo empirista, Kant no admitió la intuición intelectual;

sólo existiría intuición sensible. La sensibilidad y el entendimiento, que de por sí estarían totalmente separados, se pondrían de acuerdo mediante un postulado que no se justifica. La substancia queda reducida a una abstracción fantasmagórica, frente a la cual reaccionaron con razón algunos filósofos posteriores.

Kant advirtió correctamente el aspecto *constructivo* de la ciencia matemática de la naturaleza. Este aspecto es muy importante. Sin embargo, no tiene razón al postular que las construcciones científicas se apoyan en categorías que son constitutivos esenciales y necesarios de nuestro conocimiento, y tampoco consigue explicar el alcance realista del conocimiento. Tiene el mérito de haber señalado que, para valorar el conocimiento de la naturaleza, es necesario considerar nuestro modo de conceptualizar; pero sus explicaciones son incompatibles con una valoración realista del conocimiento científico.

Sin duda, la substancia es una categoría mental. Pero puede ser utilizada para representar la realidad, tanto en el ámbito científico como en el filosófico.

2.4. *La substancialización del devenir* (Bergson)

Henri Bergson pretendió fundamentar una metafísica realista, adoptando una perspectiva anti-empirista y anti-kantiana. Afirmó que lo real se aprehende, no se construye.

Contra Kant, afirmó la posibilidad de una intuición supra-sensible. Añadió que esa intuición podría denominarse *intelectual*, pero renunció a ese calificativo porque restringió el uso del término *inteligencia*, reservándolo para

las facultades discursivas del espíritu. Sin embargo, ese uso restringido del término *inteligencia* para limitarlo a lo analítico es causa de problemas, pues se acaba reduciendo el conocimiento de la realidad al ámbito de una intuición que se opondría a la inteligencia.

Bergson se opuso a los asociacionistas empiristas, que reducen el espíritu al resultado de una especie de *química mental*. Sin embargo, coincidía con ellos en considerar la substancia como un substrato amorfo, inerte e inmutable; como el hilo que mantiene unidas las perlas de un collar. Y, con razón, rechazó esa idea de la substancia. A esto se añade que, según Bergson, sólo se experimenta la duración: *cosas* y *estados* son algo separado artificialmente; la inteligencia es analítica, separa artificialmente lo que en la realidad está unido, y su campo propio es la ciencia aplicada a las necesidades prácticas. Por el contrario, según Bergson, la realidad se capta en su auténtica dimensión mediante una intuición que nos pone en contacto con el movimiento, el cambio, la duración, que constituyen la verdadera realidad, en un sentido dinámico.

De este modo, Bergson llego a afirmar la *substancialización del cambio*. Afirmó que el cambio o devenir es lo más substancial que hay en el mundo[11]. Esto parece chocar con la evidencia; *cambio puro*, *movimiento sin móvil*, son abstracciones. Bergson fue consciente de esta dificultad y pretendió salvarla, pero no proporcionó una respuesta satisfactoria. Tiene el mérito de haber detectado la insuficiencia del mecanicismo y del kantismo, subrayando el aspecto dinámico de la naturaleza. Pero no consiguió una supera-

---

11. "Le changement... leur apparaîtra comme ce qu'il peut y avoir au monde de plus substantiel": H. BERGSON, *La perception du changement*, Henry Frowde, London 1911, p. 27.

ción satisfactoria, que exigiría una noción de substancia que no sólo es compatible con el cambio, sino indispensable para que el cambio pueda existir.

El pensamiento de Bergson subraya los aspectos dinámicos de la naturaleza. Su *cosmovisión* es *evolutiva* y espiritualista; cuando la articuló, surgieron problemas acerca del estatuto de la materia, que aparecía como un obstáculo para el desenvolvimiento del *impulso vital* que sería el motor de la evolución. La *metafísica* de Bergson es espiritualista, y tiene un cierto tinte panteísta que fue superado cada vez más conforme se desarrolló su pensamiento.

2.5. *Substancia, actividad y procesualismo* (Whitehead)

Alfred North Whitehead coincide con Bergson en representar la naturaleza como un proceso, un continuo devenir, y también en la crítica a la noción de substancia concebida como *lo idénticamente persistente,* noción que atribuye a Locke y a casi toda la tradición filosófica (parece incluir ahí también a Aristóteles); afirma que esa noción es una abstracción útil para fines prácticos, pero es un error metafísico: la realidad no podría expresarse mediante las nociones de substancia y accidentes. Se trata de una crítica semejante a la de Bergson, también en su aspecto constructivo, ya que coloca en el centro de la realidad el aspecto dinámico.

Whitehead define la substancia como *proceso de actividad;* la existencia de un ente real está constituída por su actividad de devenir. La *duración* debe ser inherente a la naturaleza de la substancia. De ahí que afirme: "un ente real

es un proceso y no es descriptible en términos de la morfología de un material (*Stuff*)"[12]. El ente real es el ente activo, y la naturaleza última de las cosas es la actividad. La substancia es actividad. Ve la justificación de este punto de vista, ante todo, en la ciencia física.

Al igual que Bergson, Whitehead adopta una *cosmovisión evolutiva* en la cual la naturaleza es *creativa*. La categoría de *lo último* es la *creatividad* o *acción creadora;* pura actividad, que carece de carácter propio (como la materia aristotélica), pero no se da sin algún carácter. Para Whitehead, la substancia es un actuar que posee una particular forma o carácter; no puede haber actuar sin carácter o forma, ni viceversa. En Whitehead se da una proporción entre creatividad o actividad y carácter o forma semejante a la que se da en Aristóteles entre materia y forma.

Según Whitehead, la actividad viene a ser la condición última de la naturaleza. El actuar no es separable del agente. No puede haber agente sin acciones. La esencia del agente implica su actuar. Lo que sea el agente será determinado por el carácter de sus acciones. *El agente es el resultado de sus acciones*. El ser de un ente real es, y es constituido por su actuar. Ser y devenir no son separables. El ser incluye el devenir, es constituido por el devenir. El modo como un ente deviene constituye lo que es; éste es el *principio del proceso*, que es consecuencia de la categoría de lo último como creatividad. La metafísica de Whitehead es una elaboración de lo implicado en el principio del proceso.

---

12. A. N. WHITEHEAD, *Process and Reality. An Essay in Cosmology*, Harper & Row, New York 1960, p. 55.

Por tanto, se llega a una *filosofía del proceso*. La agencia del ente real debe ser auto-creadora. La naturaleza ontológica última de un ente real o substancia es la actividad de *auto-creación*. Toda actividad es auto-constitución de un agente. La auto-creación no es algo aislado o auto-suficiente; la substancia debe estar relacionada internamente con otros entes, de los que deriva su carácter: tiene un carácter *emergente*. Se trata también de una *filosofía del organismo*, que subraya la interconexión de todos los entes reales. Se da un proceso evolutivo creador de nuevas síntesis emergentes.

La cosmovisión de Whitehead es *evolutiva*, *organicista* y *emergentista*. Se trata de características a las que se concede una gran importancia en la actualidad, conforme a una imagen evolucionista de la naturaleza. Se trata de aspectos subrayados también por Bergson, y que Whitehead integra en una filosofía difícil, un tanto confusa y con cierta tendencia panteísta.

En esta cosmovisión, es interesante cómo se subraya la unidad real de cada entidad y del conjunto de todas las entidades, el carácter procesual de la realidad, la centralidad de la acción, y el rechazo de la imagen mecanicista-atomista. Sin embargo, se encuentran dificultades, debidas a la minusvaloración de la consistencia propia de cada substancia, a la crítica unilateral de la noción clásica de substancia, a la noción de auto-creación y a la tendencia panteísta. En la filosofía procesualista se difuminan los aspectos estructurales y estables de la realidad.

2.6. *Substancialidad y persistencia* (Nicolai Hartmann)

Hartmann ha criticado la idea de substancia de la antigua metafísica, que estaría motivada, en su opinión, por la huída del pensamiento ante la caducidad: se pensaba que lo cambiante y temporal (que es lo único real, repite insistentemente Hartmann) debería fundarse sobre algo inalterable, inmutable, intemporal. En definitiva, la noción de substancia serviría para apoyar la existencia del alma y de Dios. Pero Hartmann insiste en que lo real es por esencia perecedero; su forma de ser es el devenir, no el persistir.

Según Hartmann, "la substancia es lo persistente"[13], "la substancia es lo persistente en el tiempo, y los accidentes son lo cambiante en el tiempo"[14]. Pero "El mundo real no se compone de 'cosas' sustanciales persistentes... sino de un tejido de *procesos* en que las cosas no son nada más que configuraciones relativamente constantes"[15]. Por eso Hartmann critica la idea kantiana de substancia como lo permanente en la alteración, e indestructible[16]. Afirma que lo permanente en la alteración basta con que tenga una persistencia relativa, respecto al proceso concreto; no hace falta un substrato absoluto, y menos aún que sea indestructible. Hartmann afirma que Kant acierta al decir que, si hay alteración, debe haber un substrato que siga siendo el mismo ente; pero no hace falta que lo sea siempre, de modo absoluto, ni que sea indestructible.

---

13. N. HARTMANN, *Ontología*. IV. *Filosofía de la naturaleza*, cit., vol. I, p. 169.
14. *Ibid.*, pp. 169-170.
15. *Ibid.*, p. 179.
16. Cfr. *ibid.*, pp. 310-314.

Por tanto, Hartmann busca la substancia en los *substratos* ínfimos de la naturaleza. Considera la energía como el substrato básico de la naturaleza. Afirma que "externamente sólo se diferencia la energía de la fuerza por la distinta formulación cuantitativa", lo cual puede confundir, puesto que se trata de magnitudes físicas, y si difieren en su formulación cuantitativa, se trata de magnitudes diferentes. Y prosigue:

> "Pero detrás de ésta se alberga una interna diferencia de esencia. Pues la cantidad está referida a un sustrato, y éste es distinto... La energía es lo que se conserva en medio del cambio de los procesos. Es la sustancia dinámicamente entendida... el sustrato dinámico que pasa a través de todos los procesos parciales y de sus fases, y se transmuta en las diversas formas en que aparece"[17].

La conclusión de Hartmann es que "La sustancia es una categoría característicamente cosmológica: hasta donde la hay, es solamente propia de la naturaleza inorgánica". Es lo contrario de lo que suele decirse, puesto que los vivientes tienen una organización unitaria que los convierte en los mejores candidatos para que les sea aplicada la noción de substancia. Y prosigue: "Pero en la naturaleza inorgánica sólo hay dos sustratos que por su índole pueden ser sustancia, la materia y la energía. Y de estas dos se ha mostrado que sin duda tienen persistencia, pero no una persistencia absoluta". Finalmente concluye: "Quizá no haya ninguna verdadera sustancia en el mundo"[18].

Hartmann interpreta su conclusión afirmando que no queda nada de las altas esperanzas que en otros tiempos se adhirieron al concepto de substancia, porque no puede probarse que existan sustratos absolutamente persistentes, y

---

17. Cfr. *ibid.*, p. 330.
18. Cfr. *ibid.*, pp. 331-332.

porque, aunque los hubiera, sólo existirían en el nivel cosmológico, y serían caducos. A los fenómenos naturales les bastan sustratos relativamente persistentes, cuya existencia puede probarse:

> "Pueden explicarse como sustancias en sentido relativo todas las formaciones relativamente estables -desde los protones y los cuantos de energía hasta subir a los grandes sistemas cósmicos-; más aún, puede hacerse también lo mismo con las cosas materiales, los seres vivos y las personas, pues también ellas tienen una cierta constancia. Pero con ello no se ganaría nada" [19].

Estas reflexiones están condicionadas por la identificación de la substancia con un substrato básico físico, lo cual no corresponde a la noción clásica de substancia. La crítica de Hartmann se dirige contra un fantasma que él mismo ha creado.

Un aspecto interesante de la posición de Hartmann es que más adelante, cuando trata de la categoría que denomina *predeterminación central* [20], afirma la existencia de muchos sistemas naturales cuyas características corresponden a la noción clásica de substancia. Advierte expresamente que sus ideas nada tienen que ver con las formas de la filosofía antigua. Sin embargo, aunque no sea ésa su intención, sus ideas proporcionan una base auténtica para mostrar que la noción clásica de substancia corresponde a los conocimientos científicos actuales.

---

19. Cfr. *ibid.*, pp. 332-333.
20. Cfr. *ibid.*, capítulo 40.

2.7. *Características de las substancias*

Cada teoría de la substancia racionaliza qué es la realidad y cómo está constituída, va unida a una cosmovisión, y conduce hacia una metafísica o deriva de ella. Por tanto, y tal como se comprueba mediante el análisis histórico, las teorías acerca de la substancia constituyen el eje de las diversas perspectivas filosóficas. Por este motivo, los problemas de la substancialidad van unidos con los problemas centrales de la gnoseología, la metafísica y la teología natural.

Se señalan a continuación, de modo sintético, algunos aspectos que parece posible retener de las perspectivas que hemos examinado, y se añaden algunas ideas que pueden ayudar a completar una teoría actual de la substancia natural.

a) *La substancia como ente primero y categoría básica*

La noción de substancia designa el ente en sentido primario. La substancia, como ente en sentido primario, expresa la entidad real, que posee un ser propio. La substancialidad es el modo de ser básico, en el que se dan las modificaciones accidentales.

La substancia, como ente en sentido primario, expresa la entidad natural por antonomasia, que posee un modo de ser propio. Se fundamenta en una metafísica que, en último término, remite a la creación y a la participación del ser.

La noción de substancia es una categoría básica para conceptualizar el mundo físico. Expresa la entidad en sentido propio y, por tanto, todo lo demás se refiere a ella. La

substancia, como categoría central, expresa que los demás aspectos de la naturaleza la suponen.

La centralidad de la substancia como categoría no es una simple exigencia del pensamiento, al modo kantiano, sino que refleja modos de ser reales. La substancia es soporte de los accidentes, no como algo fantasmagórico añadido artificialmente (como afirma el empirismo), sino como centro del dinamismo y la estructuración. Por eso se conoce a través de los accidentes.

b) *Substancialidad y persistencia en el ser*

La *persistencia* no es una nota que sirva para caracterizar filosóficamente a la substancia. El concepto de substancia se refiere a la consistencia en el ser. Por tanto, *son irrelevantes su mayor o menor duración*. La estabilidad acompaña en muchos casos a la substancialidad. Pero esto no sucede necesariamente, y pueden darse entidades verdaderamente substanciales que tengan una duración más o menos efímera. La substancia posee una *estabilidad relativa*, en función del tipo de entidad de que se trate en cada caso y de las circunstancias. La *consistencia en el ser* no está en función de la *duración* o *persistencia*, como afirma Hartmann.

La substancia no es inalterable. Las substancias físicas están sujetas a cambios tanto substanciales como accidentales. En los cambios accidentales, la substancia permanece en cuanto que el ente continúa siendo esencialmente el mismo, pero cambia accidentalmente. Es *sujeto*

de cambios, y es algo *cambiante*, no inmutable. En los cambios accidentales, la substancia cambia.

El procesualismo de Bergson y Whitehead se basa en la idea según la cual la substancia sería un substrato pasivo e inerte. Por el contrario, la substancia es el sujeto primero del ser, centro de articulación del dinamismo y la estructuración, y de ella arranca toda actividad.

Las substancias físicas son a la vez fuente y producto del dinamismo natural. Como reacción frente a los reduccionismos mecanicistas, se ha subrayado el aspecto dinámico de la realidad, que está muy relacionado con los conocimientos científicos actuales. Pero el dinamismo natural se despliega en torno a las substancias, no se opone a ellas. Y la actividad dinámica de las substancias produce otras substancias que, a su vez, tienen su dinamismo propio. No tiene sentido oponer ser y devenir, estabilidad y dinamismo; se trata de aspectos complementarios que se exigen mutuamente.

Desde el punto de vista científico, las entidades naturales son sistemas en equilibrio. La estabilidad responde a equilibrios de energía y puede alterarse mediante interacciones. En cada nivel de composición de la materia se encuentran sistemas estables, que responden a equilibrios de energía. En cambio, otros sistemas no son estables, y tienden espontáneamente a descomponerse o a combinarse con otros. En los vivientes se da un complejo de procesos centrados en torno a una estructura básica que es estable dentro de un margen de condiciones particulares. El desequilibrio energético es fuente de procesos, y el equilibrio no significa la ausencia de fuerzas o de dinamismo, sino que las fuerzas están compensadas.

De este modo, se explica cómo en las entidades naturales se combinan la estabilidad y el dinamismo. *Los equilibrios siempre se refieren a unas condiciones determinadas*; por tanto, la estabilidad de los entes físicos no es absoluta, y deja de existir si las condiciones no se ajustan a los márgenes correspondientes.

El *energetismo*, que reduce la naturaleza a energía cuya concentración produce entidades más o menos estables, no proporciona una representación adecuada de la naturaleza. En efecto, el energetismo extremo plantea serias dificultades: ¿cómo se podría reducir la materia, en último extremo, a interacciones sin sujeto?, ¿no es necesario admitir que las interacciones se realizan entre entidades que tienen una consistencia propia?

El energetismo responde a una idea parcialmente válida, pero sólo si se combina con la existencia de entidades que poseen un ser propio. En caso contrario debería afirmarse la substancialización de la energía, lo cual no tiene sentido ni desde el punto de vista científico ni desde la perspectiva filosófica.

c) *La analogía de la noción de substancia*

El concepto de substancia se predica según analogía, porque existen diferentes grados de independencia y de unidad.

El cosmos posee una unidad jerárquica. Existen diferentes niveles, que se encuentran jerarquizados. En los diferentes niveles, se encuentran compuestos naturales y meras agregaciones.

La naturaleza se compone de substancias con sus accidentes. Pero se encuentra jerarquizada, y la noción de substancia se aplica de modo analógico: desde la persona, que es su expresión máxima y que es esencialmente diferente de los demás entes, hasta las estructuras físicas menos consistentes.

Encontramos límites de comprensión en el nivel de lo elemental, pero esto no resta validez a la noción de substancia como concepto que representa unas dimensiones centrales de la realidad.

d) *Significado metafísico de la substancialidad*

La noción de substancia tiene gran interés en vistas a formular una conexión entre el nivel físico y el metafísico. Las visicitudes del concepto de substancia apuntan hacia una cuestión de fondo: la continuidad entre física y metafísica. Esto puede ilustrarse tanto desde el punto de vista teórico como histórico.

La noción de substancia representa el ente como poseyendo un *modo de ser unitario*. El tema de la substancia se encuentra, por tanto, muy relacionado con el tema de la *forma substancial*, el cual, a su vez, se relaciona con el tema de la *finalidad*. Es difícil admitir la finalidad si no se admite la existencia de formas substanciales y substancias.

El ente substancial posee un *acto de ser propio*. Este tema se relaciona con el tema de la *participación del ser*, que tiene gran relevancia metafísica. La participación del ser supone que existen diversos niveles de substancias que,

diferenciados en los órdenes espiritual y material, realizan de modo *analógico* la noción de substancia.

La noción de *ente*, y las *propiedades trascendentales del ente*, quedarían relegadas a un ámbito puramente antropológico y espiritual si no existieran substancias en el nivel físico. En definitiva, *toda la metafísica quedaría sin base*, ya que no podrían aplicarse a todos los entes sus conceptos fundamentales. También *quedaría afectada la teología natural*, pues los argumentos que permiten conocer a Dios arrancan de las criaturas y suponen que hay una continuidad entre los órdenes físico y metafísico.

Desde el punto de vista histórico, se comprueba que las perspectivas acerca de la substancia física repercuten en las ideas metafísicas. En ocasiones, se llega a consecuencias antimetafísicas en contra de la intención de los pensadores, mientras que en otros casos se critica expresamente la noción de substancia debido a su conexión con la metafísica.

Algunas críticas a la noción de substancia la acusan de *vaciedad científica*; se trataría de un concepto inútil que, de hecho, no sería utilizado por las ciencias. Sin embargo, la biología lo da por supuesto; la química lo utiliza en sentido bastante propio, aunque no lo tematice filosóficamente; y en la física matemática se utilizan modelos ideales pero, cuando se aplican al estudio de la materia concreta, se emplean conceptos equivalentes al de substancia.

Otras críticas se centran en la acusación de *cosismo* o *fijismo*. Ciertamente, es posible una concepción de ese estilo, pero nada tiene que ver con la explicación aquí propuesta.

Con frecuencia, las críticas proceden de perspectivas que, cuando construyen sus propias interpretaciones de modo positivo, han de recurrir a conceptos equivalentes.

Hemos visto que esto sucede, por ejemplo, en el caso de Hartmann, quien, después de haber criticado la noción clásica de substancia como incompatible con su perspectiva relacional y procesual, hace notar que en muchas entidades se da una *predeterminación central* cuyas características corresponden a las de la substancia clásica. Si no existiera la noción clásica de substancia, sería necesario inventarla, ya que corresponde a aspectos básicos de la realidad.

3. El sistema de la naturaleza

El conjunto de las entidades naturales forma un sistema en el que existen diferentes niveles que se encuentran estratificados e integrados en una unidad.

3.1. *Niveles epistemológicos y ontológicos*

Ante la experiencia ordinaria, la naturaleza aparece compuesta por dos tipos básicos de entidades: los vivientes y los no vivientes. La ciencia experimental muestra que existen dos niveles básicos, el *físico* y el *químico*, que sirven de fundamento a los niveles *geológico* y *astrofísico* por una parte (seres no vivientes), y al nivel *biológico* (seres vivientes) por otra parte.

Los niveles pueden ser considerados desde dos puntos de vista, el *ontológico* y el *epistemológico*, según se fije la atención en las entidades que pertenecen a cada nivel o en las peculiaridades de nuestro conocimiento. Se trata de dos

perspectivas diferentes que deben ser distinguidas con cuidado.

En efecto, la perspectiva ontológica se refiere a *entidades*, y la epistemológica a las *modalidades del estudio científico*. Lo que caracteriza a cada disciplina científica es, ante todo, la adopción de un punto de vista particular. Por ejemplo, la física estudia las *propiedades físicas* de cualquier entidad natural; cuando considera el movimiento de caída de los cuerpos en función de la gravedad, al físico no le importa que los cuerpos que caen sean piedras, obras de arte o personas: estudia todos estos cuerpos y cualesquiera otros desde el punto de vista de su comportamiento físico, o sea, en cuanto se rigen por las leyes de la física. Algo semejante puede decirse de la química, de la genética y de cualquier otra disciplina.

Sin embargo, las ciencias también se refieren, de alguna manera, a las entidades de un determinado nivel ontológico, ya que las diferentes disciplinas científicas se centran en el estudio de unos determinados *tipos de fenómenos*.

Consideremos el caso de la *física*. Se trata de una ciencia muy amplia que estudia todas las entidades naturales desde el punto de vista de sus propiedades básicas o más generales, las que son comunes a todos los cuerpos, o sea, las que poseen por el hecho de tener una posición, una velocidad, una masa, etc. Por ejemplo, estudia las leyes del movimiento en las diferentes circunstancias (caída libre, movimiento bajo los distintos tipos de fuerzas, etc.), así como las fuerzas básicas que actúan en la materia (fuerzas nucleares, electromagnética y gravitacional). Debido a su carácter fundamental, la física estudia los componentes básicos de la materia: partículas subatómicas, átomos, moléculas. Las diferentes ramas de la física se distinguen

porque estudian alguno de estos aspectos, o también porque se centran en torno a determinados tipos de fenómenos o de entidades: la astrofísica estudia las estrellas, la óptica los fenómenos luminosos, la acústica los fenómenos relacionados con el sonido, etc.

Las demás ciencias se apoyan en la física: dan por supuestas sus leyes y las aplican a sus objetos propios. La química estudia los fenómenos en los cuales se combinan los átomos para formar moléculas, macromoléculas y cuerpos mayores; por supuesto, cuando estudia los fenómenos químicos básicos, no sólo utiliza la física sino que, de algún modo, se mezcla con ella. Existen muchas disciplinas fronterizas entre las diferentes ciencias.

En definitiva, la distinción neta de los niveles epistemológicos no es una tarea sencilla. Sin embargo, para lograr el objetivo que nos proponemos, que consiste en obtener una representación general de la naturaleza, eso no constituye ningún problema. Basta con fijar un uso de los términos que corresponda a la situación real y sea adecuado para nuestro objetivo.

De acuerdo con este criterio, aquí nos referimos a los diferentes *niveles* en su significado ontológico común: en este sentido, el nivel *físico* designa las entidades básicas de la naturaleza (partículas y fuerzas fundamentales), el nivel *químico* se refiere a los átomos, moléculas y macromoléculas, el nivel *astrofísico* a las estrellas, el nivel *geológico* a la Tierra, y el nivel *biológico* a los vivientes. Con frecuencia hablamos del nivel *microfísico* cuando nos referimos al nivel físico fundamental; se trata de un término especialmente claro, aunque abarca también las entidades ínfimas del nivel químico.

3.2. *La estratificación de la naturaleza*

De acuerdo con las consideraciones recién expuestas, resulta obvio que existe una *estratificación de los niveles*: el nivel físico (microfísico) se encuentra en la base de todos los demás, el nivel químico es el escalón siguiente, y a partir de el nivel físico-químico existen dos series diferentes de entidades: la serie de las entidades más complejas que siguen perteneciendo a la perspectiva físico-química (las estrellas, la Tierra y los planetas, los minerales), y la serie de los vivientes.

Es patente que *los diferentes niveles se encuentran relacionados entre sí*. Concretamente, los niveles inferiores están integrados en los superiores, y además existen otros tipos de relaciones: por ejemplo, los vivientes dependen de la energía suministrada por el Sol y de las condiciones que hacen habitable la Tierra. No existe ningún nivel totalmente desconectado de los demás.

Además, en los niveles superiores se da una verdadera *emergencia* o novedad con respecto a los inferiores. En cada nivel existen características nuevas que no existen en los niveles inferiores: nuevas estructuras, nuevos tipos de dinamismo, propiedades holísticas. Esto es un hecho que suele reconocerse sin dificultad, independientemente de las explicaciones que de él se den.

Existe una *continuidad* entre los diferentes niveles, que forman una *gradación* en la que se asciende progresivamente, de modo que en cada nivel aparecen propiedades nuevas respecto a los inferiores. Los niveles superiores recogen a los inferiores, y necesitan de ellos, aunque los trascienden. La serie componentes básicos-compuestos físicoquímicos-vida-sensibilidad-racionalidad muestra que

existe una escala ascendente de las características naturales y que, en el nivel biológico, a esas características se asocia una escala paralela de grados de subjetividad, con un progresivo despegue de las condiciones físicas.

El *reduccionismo* pretende derivar los niveles superiores a partir de los inferiores. Existe un reduccionismo metodológico y otro ontológico. Ya se ha mencionado que el reduccionismo *metodológico*, en sus versiones extremas, está lleno de dificultades. Históricamente, ha sido defendido por las líneas de pensamiento de corte positivista. El neopositivismo del Círculo de Viena tenía como uno de sus objetivos principales conseguir una ciencia unificada basada en la física, o sea, el fisicalismo; pero este programa encontró dificultades insuperables. Los neo-positivistas intentaron plasmar su proyecto en la *Enciclopedia Internacional de la Ciencia Unificada*, de la cual sólo se llegaron a publicar los fascículos introductorios; resulta paradójico que uno de esos fascículos, publicado en 1962, fuese *La estructura de las revoluciones científicas* de Thomas Kuhn, que se convirtió en uno de los libros más famosos en la epistemología contemporánea y es claramente incompatible con la idea original de la Enciclopedia.

En la actualidad, suele admitirse que el reduccionismo extremo es indefendible, ya que cada disciplina científica adopta unas perspectivas teóricas y operacionales propias, y cada ámbito de problemas exige perspectivas diferentes. En los seres vivos, por ejemplo, se debe recurrir a criterios operacionales que no se encuentran en la física ni en la química. Esta situación corresponde a la emergencia real de características nuevas en los niveles superiores, lo cual equivale a afirmar también la imposibilidad del reduccionismo *ontológico*.

En cambio, se considera posible y mucho más interesante, estudiar las conexiones entre los diferentes niveles. Se trata de un intento en el que siempre se puede progresar, puesto que esas conexiones existen realmente y no parece que jamás consigamos agotarlas. Tales estudios abren nuevas perspectivas científicas y, de hecho, contribuyen al progreso científico. En ese sentido se habla, en ocasiones, de la fecundidad de un cierto reduccionismo metodológico entendido como búsqueda de conexiones entre niveles; pero en ese caso no se trata propiamente de reduccionismo, y sería más apropiado abandonar ese término que, como mínimo, induce a confusión.

Sin embargo, el reduccionismo también favorece representaciones inadecuadas. Por ejemplo, si se dice que un viviente no es más que una máquina cibernética, se está afirmando algo que en parte es verdad, ya que el modelo cibernético explica aspectos importantes de los vivientes, pero se desfigura la imagen completa, al añadir que en el viviente sólo hay aspectos equiparables a las máquinas cibernéticas. En realidad, tanto el reduccionismo metodológico como el ontológico, con frecuencia son utilizados para sostener posiciones naturalistas o materialistas que nada tienen que ver con una representación objetiva de la naturaleza. Sus éxitos se deben a la parte de verdad que encierran, porque los niveles inferiores están presentes en los superiores y, por tanto, explican algunas características de los niveles superiores.

3.3. *La unidad de la naturaleza*

La unidad de la naturaleza es uno de los aspectos más sobresalientes de la cosmovisión actual. Esa unidad se manifiesta en la *composición*, en el *dinamismo*, en la *continuidad* y *gradualidad* de los niveles, y en la *cooperatividad* de las entidades naturales.

Unidad de composición. Los componentes básicos de las entidades naturales son los mismos: las entidades microfísicas (partículas subatómicas y átomos). No se dan todos en cada sistema, ni en la misma abundancia ni estructuración, pero se trata de un mismo conjunto de partículas y átomos que son los componentes fundamentales de todos los sistemas. Desde la antigüedad se han formulado teorías acerca de esta unidad de composición, pero sólo en la actualidad, por vez primera, se ha alcanzado un conocimiento auténtico de ella.

Unidad de dinamismo. Las leyes de los niveles inferiores son válidas en los superiores, y la actividad de los niveles superiores influye en los niveles inferiores. Se conocen leyes que son aplicables en todos los niveles: por ejemplo, el principio de conservación de la masa y de la energía. Las cuatro interacciones básicas dan cuenta de los fenómenos de todos los niveles: las fuerzas nucleares en el ámbito de los núcleos; la fuerza electromagnética en un ámbito amplísimo que va desde la estructura de los átomos y moléculas hasta la cohesión de los diversos estados de la materia; la gravedad en todos los fenómenos en los que resultan apreciables los efectos de las masas. Además, las teorías de unificación muestran la conexión entre las interacciones básicas.

La unidad de composición y de dinamismo son dos aspectos de la unidad de la naturaleza en su doble aspecto estructural y dinámico. Los dos aspectos se encuentran interpenetrados, tal como corresponde al entrelazamiento entre estructuración y dinamismo. Esto permite comprender mejor que la unidad de la naturaleza muestra la universalidad de su dinamismo; en efecto, todas las entidades naturales están compuestas de un mismo conjunto de elementos que poseen unas mismas leyes dinámicas. Esta doble unidad es la base de los dos aspectos siguientes de la unidad de la naturaleza.

Unidad de continuidad. Entre los diferentes niveles existe, a la vez, distinción y continuidad. Existe una estratificación, de modo que los niveles inferiores están integrados en los superiores. Por tanto, puede hablarse de *gradación* y de *jerarquía*. Pero no se trata de una estratificación puramente lineal o de magnitud, ya que desempeña un papel muy importante la organización (la complejidad). Lo biológico posee una organización que es muy superior a la que existe en lo geológico y lo astrofísico. No se trata, por tanto, de una mera sucesión de agregaciones, pues existen relaciones más complejas de organización.

Unidad de cooperación. La integración de los niveles manifiesta que se da una cooperación entre todas las entidades naturales y entre los diferentes niveles. Por ejemplo, el nivel biológico necesita de los niveles físico y químico para su composición interna, del geológico para su hábitat, y del astrofísico como fuente de energía. Los diferentes niveles forman un conjunto unitario en el cual existen muchas relaciones cooperativas.

La unidad de la naturaleza se refleja en el progreso científico que, en gran parte, consiste en conseguir *teorías de unificación* que relacionan ámbitos de diferentes fenó-

menos. El nacimiento de la ciencia moderna en el siglo XVII significó la unificación de la mecánica terrestre y la celeste, proporcionando una perspectiva física común a todo el universo; ésta fue una aportación fundamental de Kepler, Galileo y Newton. La consolidación de cada disciplina científica supone que todo un amplio ámbito de fenómenos puede estudiarse de acuerdo con unas mismas leyes básicas. Una vez que se han consolidado diferentes disciplinas y teorías, se progresa estableciendo conexiones entre ellas. Por ejemplo, en el ámbito de las fuerzas básicas de la naturaleza, la electricidad y el magnetismo fueron unificadas en la teoría electromagnética a mediados del siglo XIX; en nuestra época se ha conseguido una cierta unificación de la teoría electromagnética y la teoría de la fuerza nuclear débil; se realizan progresos para incluir en esa unificación a la fuerza nuclear fuerte; y, en un plano más hipotético, se busca incluir también en la teoría de unificación la fuerza de la gravedad. Además, muchos progresos consisten en establecer relaciones entre diferentes niveles, tal como sucede en la biofísica, la bioquímica, etc. Las teorías morfogenéticas, a las que ya hemos aludido, muestran la posibilidad de establecer conexiones entre los diferentes niveles para explicar la génesis de nuevas estructuras.

3.4. *Organicismo, mecanicismo y procesualismo*

La unidad de la naturaleza se refleja en tres cosmovisiones que fueron propuestas ya en la antigüedad y, de un modo u otro, siempre han estado presentes. Cada una de ellas ha predominado en épocas diferentes: la cosmovisión *organicista* en la antigüedad, la cosmovisión *mecanicista* en

la época de la ciencia clásica (siglos XVII-XIX), y la cosmovisión *procesualista* en la actualidad.

Ya nos hemos referido al mecanicismo y al procesualismo. Ahora nos limitaremos a destacar algunos aspectos de las tres cosmovisiones, con el fin de mostrar sus límites y sus contribuciones válidas.

La *cosmovisión organicista* prevaleció en la antigüedad. Aristóteles la articuló en un sistema que se sostuvo durante dos mil años. Su idea central es que existe un *cosmos ordenado y racional*. Sin embargo, se afirmaba la existencia de *dos regiones diferentes*: la de los *cuerpos sublunares*, corruptibles, compuestos de los cuatro elementos y dotados de movimientos que dependen de las combinaciones de los elementos, cada uno de los cuales tiende hacia su lugar natural propio, y la de los *cuerpos celestes*, incorruptibles, compuestos de una quinta esencia diferente de la de los cuatro elementos, y dotados de un movimiento circular y perpetuo.

Por tanto, según esta cosmovisión, *no existe una unidad completa de composición ni de dinamismo*. Pero existe una cierta unidad, porque los cuerpos celestes imitan del modo más perfecto las características de lo eterno y ejercen su causalidad sobre los cuerpos sublunares, y entre los cuerpos sublunares, los vivientes imitan a su modo la perfección de lo eterno perpetuando su modo de ser a través de la generación.

De acuerdo con la cosmovisión organicista, la naturaleza está atravesada por las *formas* y los *fines*. Los entes naturales están finalizados: los vivientes tienden hacia la realización plena de sus formas y a su transmisión por generación, los cuerpos sublunares poseen formas propias que dependen de las combinaciones de las formas de los

elementos, los cuerpos celestes ejercen un influjo ordenador en los vivientes, los cuerpos inferiores están ordenados hacia los vivientes. Todo el cosmos aspira a su perfección, y tiende hacia la perfección del primer motor inmóvil que actúa como causa final. La naturaleza está gobernada por *tendencias*. Todo proceso implica una potencialidad que se actualiza, y se trata de un impulso hacia metas determinadas. En la naturaleza hay una *direccionalidad inconciente*.

En la perspectiva aristotélica, el Cosmos puede representarse como un organismo. Se trata de un *organismo vivo*, sometido a un *proceso cósmico que es cíclico y eterno*. No existe una evolución uni-direccional histórica, sino una repetición cíclica de procesos. *El proceso cósmico es auto-sostenido en el nivel de la eficiencia*. El primer motor no tiene el carácter de primera causa eficiente, no es concebido como creador. No se contempla la posibilidad de que el universo tenga una edad limitada. Estos aspectos fueron modificados cuando los autores cristianos reformularon la perspectiva aristotélica, introduciendo la existencia de un Dios personal creador.

Según esta cosmovisión, el orden natural es, a la vez, dinámico y fijo. No es estático, sino dinámico. Pero se trata de un *dinamismo dirigido hacia la adquisición de formas que están dadas*. Es un *dinamismo cíclico*, que se desarrolla alrededor de un orden ideal fijo. Todo gira en torno a un orden ideal concreto, que refleja a su modo la perfección divina. Por tanto, *los rasgos esenciales del orden natural son cualitativos*. Lo cuantitativo condiciona el modo de ser de lo natural y le imprime su sello, pero la perfección de lo natural viene expresada por lo cualitativo, lo formal, lo teleológico. En este contexto, no tienen mayor interés las leyes cuantitativas, características de la ciencia moderna.

La cosmovisión mecanicista sustituyó la *naturaleza viva*, concebida como un gran organismo, por una *naturaleza muerta*, concebida como una gran *máquina* que no tiene impulso propio y necesita de un motor exterior que la ponga en movimiento y, eventualmente, rectifique su marcha. De acuerdo con esta imagen, *la materia es algo pasivo e inerte*, una especie de *espacio lleno*. Los fenómenos naturales se explican mediante choques de partículas que se comunican impulsos de modo externo. *La causalidad se reduce a causalidad eficiente;* se niega la realidad de las formas y fines. El movimiento de la materia provendría de un impulso original comunicado por Dios en la creación.

Según el mecanicismo, *la naturaleza es esencialmente cuantitativa*, pues la esencia de la substancia material es la extensión. Por tanto, debe estudiarse mediante métodos cuantitativos. Lo cualitativo se califica como subjetivo e irrelevante para un conocimiento objetivo de la naturaleza. Son subjetivas las cualidades secundarias, o sea, los sensibles propios de la tradición aristotélica. La verdadera faz de la naturaleza sólo se descubre mediante los métodos de la física matemática. La ciencia natural tiene una orientación práctica, y la filosofía natural aristotélica es criticada como estéril y especulativa.

La imagen mecanicista parecía estar avalada por la nueva ciencia. Sin embargo, presentó fisuras desde el comienzo. Una de ellas era el recurso a las *fuerzas*, que no acaban de encajar en el mecanicismo. Con el progreso de la física, las fuerzas adquirieron un protagonismo creciente, que se concretó en la noción de *campo*. Los campos de fuerzas eran una parte fundamental de las teorías del electromagnetismo y desempeñan una función cada vez más importante en la ciencia contemporánea. A pesar de esas dificultades, el mecanicismo sobrevivió durante dos siglos y

medio. Las revoluciones cuántica y relativista le dieron un golpe mortal.

La cosmovisión procesualista caracteriza una buena parte de la mentalidad actual. La imagen mecanicista fue sustituida por la imagen procesualista, en parte debido a los cambios que se dieron en la ciencia.

En el siglo XIX, la formulación del evolucionismo biológico marcó una nueva época. Se introdujo una nueva perspectiva que es procesual. Esa perspectiva era casi desconocida hasta entonces; si bien existían precedentes genéricos, nunca se había formulado con una articulación vigorosa.

También en la física se dió una revolución que modificó la concepción de la naturaleza. La relatividad modificó la imagen de la física clásica, y la física cuántica todavía más. El mecanicismo apareció como un modelo parcial. La microfísica descubrió un mundo dinámico, muy apartado de los esquemas mecanicistas. A la vez, se dió un expolio de la substancia, que parecía reducirse a energía, o a un esquematismo sin referencia real. La cosmología científica introdujo el procesualismo también en la física, formulando modelos de la evolución del universo.

En la perspectiva procesualista parece difuminarse la estabilidad de la naturaleza. Se critica la noción de substancia como inadecuada, aunque, por lo general, el concepto que se critica es la substancia tal como venía concebida por el mecanicismo (substrato pasivo e inerte) y por la filosofía kantiana (permanencia en el cambio). Se critica la filosofía aristotélica como fijista y esencialista.

Las tres cosmovisiones resaltan aspectos importantes de la naturaleza. Los aspectos holísticos y direccionales de la cosmovisión organicista han adquirido nueva importancia

en los desarrollos actuales de la ciencia. El estudio cuantitativo de la naturaleza es una adquisición definitiva en el ámbito científico. Una cosmovisión completa ha de incluir los aspectos procesuales.

La cosmovisión actual incluye los aspectos válidos de esas tres imágenes, evitando al mismo tiempo su absolutización. En la actualidad se advierte que lo cuantitativo y lo cualitativo no se oponen, sino que son dos aspectos íntimamente relacionados de una misma realidad. Las ideas aristotélicas acerca de las substancias, las formas y los fines no se encuentran ligadas a la cosmovisión antigua, y corresponden a importantes dimensiones de la naturaleza tal como se presenta ante la experiencia ordinaria y ante la ciencia. La procesualidad es una dimensión básica de la naturaleza, tal como lo manifiesta el entrelazamiento del dinamismo y la estructuración; pero no sólo es compatible con la existencia de estructuras, sino que se encuentra indisolublemente unida a ellas.

La cosmovisión organicista subraya la existencia de la *direccionalidad* en la naturaleza. La cosmovisión procesualista plantea el problema de *los orígenes*. Y ambos aspectos se relacionan con la *singularidad* de la naturaleza, que posee un carácter altamente específico. Nos referiremos a continuación a estos tres problemas.

3.5. *La direccionalidad*

El progreso científico pone de relieve la existencia de *tendencias* naturales que conducen a la formación de *estructuras* bien definidas.

El carácter *finalista* y *selectivo* de la naturaleza es patente en las entidades que aparecen en nuestra experiencia ordinaria, sobre todo en los vivientes. Pero el mecanicismo postuló que la direccionalidad y lo cualitativo eran sólo efectos globales ilusorios, afirmando que, en realidad, la naturaleza se explicaría mediante entidades microfísicas en las cuales no habría ningún tipo de cualidades ni de finalismo. Sin embargo, el conocimiento científico del mundo microfísico manifiesta que esa idea es inadecuada.

En efecto, en la base de la física cuántica se encuentra la cuantización de la energía, que implica una actividad *selectiva*; no se produce cualquier tipo de fenómenos, sino sólo aquéllos que son compatibles con las condiciones cuánticas. Lo mismo sucede con las demás propiedades de las entidades microfísicas. El mundo microfísico es selectivo. No despliega unas propiedades continuas en cualquier dirección, sino sólo unas propiedades específicas, de acuerdo con leyes bien definidas, que imponen serias restricciones a las posibilidades de acción física.

En el nivel de las *partículas*, las leyes cuánticas imperan por doquier. El mundo de las partículas es cualquier cosa menos un mundo homogéneo, indiferenciado y mecanicista. Es posible que en el futuro se formulen teorías más profundas que aporten nuevas perspectivas, pero también lo es que esas nuevas teorías deberán dar razón de los procesos cuánticos bien comprobados. La direccionalidad se encuentra en los niveles más básicos. Por ejemplo, el comportamiento de los fermiones en un sistema se rige por el principio de exclusión de Pauli, según el cual dos fermiones no pueden tener los mismos números cuánticos; de ahí resulta que las agrupaciones de fermiones constituyen estructuras específicas, y si se advierte que los componentes básicos de la materia ordinaria (leptones y quarks) son

fermiones, debe concluirse que la materia, desde sus estructuras más elementales, se comporta de acuerdo con principios direccionales y selectivos, de manera que tiende a formar estructuras muy específicas.

En el nivel de los *átomos*, la existencia de la tabla periódica de los elementos, en la cual los átomos se encuentran clasificados de acuerdo con propiedades estructurales que se repiten, es una muestra del carácter estructural de la naturaleza. En este nivel ocupan un lugar central las pautas naturales específicas, en contra de los postulados del mecanicismo. Y, tal como se acaba de señalar, la estructura de cada átomo se rige por leyes cuánticas, de tipo selectivo.

En el nivel de las *moléculas*, tampoco resulta adecuada la imagen mecanicista. Los enlaces atómicos no equivalen a una mera yuxtaposición de partes idénticas de materia. Se trata de estructuras dinámicas, cuya cohesión se debe a fuerzas. Ni siquiera puede decirse propiamente que las moléculas sean simplemente agregados de átomos, porque los enlaces entre átomos tienen un carácter dinámico. Los átomos no se comportan como entidades inmutables que se unen de un modo externo.

En definitiva, la imagen de la naturaleza, tal como resulta de los conocimientos actuales, incluye, como ingredientes básicos, fuerzas, tendencias, direccionalidad, y leyes que tienen un carácter selectivo.

El progreso científico muestra que la naturaleza está gobernada por *leyes* muy específicas, y la existencia de esas leyes muestra la existencia de tendencias selectivas. El progreso científico consiste, en gran medida, en la formulación de leyes, y las leyes expresan comportamientos regulares; por tanto, de algún modo expresan la existencia de tendencias hacia esos comportamientos.

Algunas leyes expresan de modo especialmente claro la existencia de tendencias selectivas; por ejemplo, *las leyes de máximos y mínimos*, tales como el principio de mínima acción, y las *leyes de conservación*, que desempeñan una función muy importante en la ciencia. Esas leyes formulan condiciones globales que se cumplen en los procesos: establecen que los procesos se realizan de tal modo que algunas magnitudes características se conservan, o tienen valores máximos o mínimos; por tanto, indican la existencia de tendencias naturales selectivas. Algo semejante puede decirse de leyes como el *segundo principio de la termodinámica,* que expresa la tendencia hacia el aumento de la entropía. Pero lo que estas leyes manifiestan se encuentra, en realidad, en cualquier tipo de leyes; en efecto, *el carácter tendencial de la naturaleza se encuentra reflejado en todas las leyes científicas*, ya que en cualquier ley se formulan condiciones específicas a las que se ajustan los fenómenos naturales.

La existencia de tendencias naturales corresponde, de algún modo, a la existencia de una finalidad inmanente a la naturaleza. Durante mucho tiempo se ha afirmado que la ciencia experimental nada tiene que ver con la finalidad, e incluso que la eliminación de consideraciones acerca de la finalidad era una de las claves del éxito de la ciencia. Sin embargo, el progreso moderno de la biología ha hecho necesario recurrir a nociones como la teleonomía, que expresan la existencia de la finalidad. Y las consideraciones anteriores muestran que algo semejante sucede también en el ámbito de la física y de la química.

El carácter direccional de la naturaleza también aparece cuando se analizan las *magnitudes* científicas, o sea, los conceptos cuantitativos específicos de la ciencia matemática de la naturaleza. En efecto, muchas magnitudes expresan

disposiciones, propensiones, potencialidades; y todo ello se encuentra en la línea de las tendencias.

La pretensión de eliminar la finalidad en las ciencias suele obedecer a tres tipos de motivos: de tipo científico, de tipo conceptual y de tipo metafísico.

Los motivos de tipo científico consisten en afirmar que la eliminación de la finalidad sería una condición necesaria para garantizar la exactitud de las ciencias. Sin embargo, el problema auténtico es si la finalidad existe en la realidad. Si existe, debe reconocerse, y la intervención de factores de tipo cualitativo deberá encontrar su lugar en las ciencias.

Los motivos de tipo filosófico se basan en falsas concepciones acerca de la finalidad. En especial, se piensa que la finalidad actuaría al modo de las causas eficientes, duplicando de algún modo los agentes necesarios para explicar los procesos, sin advertir que lo que propiamente expresa la finalidad es una tendencia que, si bien influye en las causas eficientes, no lo hace al modo de ellas.

Los motivos de tipo metafísico obedecen a prejuicios naturalistas. En efecto, se piensa que la admisión de la finalidad se encuentra necesariamente relacionada con la admisión de causas metafísicas y, en definitiva, de la trascendencia. Sin embargo, esto no puede tomarse como motivo para eliminar un aspecto real de la explicación de la naturaleza.

3.6. *El problema de los orígenes*

Hemos afirmado la existencia de auténticas novedades, o sea, de procesos emergentes en los que surgen nuevas cualidades que son irreductibles a los componentes que intervienen en el proceso. Existen muchos ejemplos de propiedades emergentes en el mundo inorgánico. En realidad, si se excluyen las simples agregaciones, todos los demás compuestos manifiestan propiedades emergentes. Por tanto, la emergencia no es una excepción, sino la regla general en la formación de las substancias naturales.

En este contexto, se habla a veces de la *creatividad* de la naturaleza, y se plantea el problema de cuál es la fuente de la novedad.

En primer lugar, puede afirmarse la insuficiencia del esquema mecanicista, según el cual los compuestos serían el simple resultado de la suma aritmética de unos componentes que serían como substancias pasivas e inertes. En la emergencia intervienen las interacciones dinámicas, expresadas por las leyes características de cada proceso. Existen tendencias naturales hacia la formación de estructuras bien definidas, hacia niveles mayores de complejidad, organización y perfección.

También sería un error proponer una interpretación naturalista del dinamismo natural, como si las ciencias hicieran superflua la existencia de la causalidad trascendente. En efecto, el dinamismo natural exige una fundamentación que, en la medida en que la naturaleza no es auto-suficiente, la trasciende. En último término, la existencia misma del dinamismo natural exige una causalidad trascendente. Pero esta temática supone consideraciones que se encuentran en el nivel metafísico.

Las teorías morfogenéticas proporcionan indicaciones acerca de los procesos emergentes. En la actualidad existen muchas explicaciones científicas que manifiestan toda una serie de vías que la naturaleza sigue en los procesos emergentes. Sin embargo, la perspectiva científica no explica todas las dimensiones del dinamismo natural: se limita a constatar su existencia y sus modalidades.

Esta observación es válida también respecto a las teorías acerca de la *evolución*. No es necesario detenerse aquí en una valoración detallada de las teorías evolutivas. Sin duda, concuerdan con muchos datos que provienen de ámbitos muy diferentes y proporcionan un esquema explicativo unitario. Pero no pueden minusvalorarse las dificultades con que tropiezan cuando se intenta formular explicaciones concretas; se trata de dificultades que son puestas de relieve por parte de muchos científicos, y su negación suele responder a prejuicios ideológicos que pueden llegar a frenar el progreso de la ciencia, ya que conducen a admitir como definitivas unas explicaciones que son claramente insuficientes.

Durante siglos se ha afirmado que las formas materiales son educidas de la potencialidad de la materia mediante la intervención de causas proporcionadas, e incluso se admitía sin mayor dificultad la generación de animales inferiores a partir de materia inorgánica por efecto de los cuerpos celestes, a los que también se implicaba en la generación de los vivientes superiores. En cualquier caso, *los procesos emergentes deben producirse mediante causas proporcionadas*, tanto de orden natural como trascendente.

Para conseguir una representación fidedigna de la naturaleza tiene especial interés la *evolución cósmica*, que estudia el origen del universo. Entre las novedades mayores de la ciencia contemporánea se cuenta el desarrollo de la

cosmología científica, que ha puesto de relieve el carácter procesual del universo, y sugiere que el universo es limitado tanto en el espacio como en el tiempo.

En el aspecto teórico, la cosmología se apoya en la *teoría general de la relatividad*, formulada por Einstein en 1915, y en los modelos que se han desarrollado a partir de esta teoría. La teoría general de la relatividad es, al igual que la mecánica de Newton, una teoría acerca del comportamiento de los cuerpos bajo la acción de la fuerza de la gravedad. En 1916, Einstein la aplicó al estudio del universo en su conjunto. Esta teoría sirve de marco para el estudio del universo. En la década de 1920, basándose en datos observacionales obtenidos mediante los grandes telescopios, Hubble formuló su famosa ley según la cual *el universo está en expansión*. En 1927, Lemâitre formuló una teoría sobre el origen del universo a partir de la explosión de una especie de átomo primitivo en el que estaría encerrada toda la materia y energía del universo en su primer estadio; con la ayuda de sucesivas reelaboraciones, esta teoría se ha convertido en la *teoría de la Gran Explosión* (*Big Bang*), que es aceptada por la mayoría de los científicos, sobre todo desde que, en 1964, se descubrió la radiación cósmica de fondo predicha teóricamente años antes. La teoría explica cómo se fue formando el universo a partir de la explosión inicial. Proporciona una *imagen dinámica del universo en expansión,* y además establece una *edad del universo* a partir del momento de la explosión inicial (unos 15 mil millones de años).

La teoría contiene muchos aspectos hipotéticos. Pero, sobre todo, no proporciona una explicación *completa* de la naturaleza. La ciencia experimental sólo puede estudiar cómo surgen unos estados a partir de otros y qué leyes existen; es incompetente para plantearse el problema del

origen absoluto o de las características básicas de la naturaleza. La existencia de estos límites no supone, en modo alguno, una minusvaloración de la ciencia; simplemente es una consecuencia de su método. Nuestra imagen actual de la naturaleza debe mucho al progreso científico, pero se trata, como es lógico, de una imagen que plantea ulteriores problemas que se encuentran en el nivel metafísico.

3.7. *La singularidad de la naturaleza*

Aunque la ciencia experimental sea incompetente en cuestiones metafísicas, proporciona datos que permiten abordarlas con rigor. Esto vale especialmente con respecto a los problemas relacionados con el universo en su conjunto. En este terreno, la ciencia muestra que nuestro universo tiene unas características enormemente específicas.

El carácter específico de nuestro universo queda resaltado, por ejemplo, por la existencia de las *constantes universales*. Se trata de un conjunto de magnitudes que representan condiciones fácticas en torno a las cuales giran todas las leyes y teorías. La constante de la gravitación universal, la constante de Planck, la carga y la masa de las partículas fundamentales, la velocidad de la luz, el número de Avogadro, etc., poseen unos valores constantes que no se derivan de las teorías. Las constantes universales manifiestan que la naturaleza es un entramado fundamentado sobre leyes muy específicas, y en ese sentido, suponen la existencia de tendencias selectivas.

Puede pensarse que nuestros conocimientos científicos responden a situaciones de hecho que han podido ser

diferentes en otras épocas. Se trata de una posibilidad real. Cuando estudian el universo, los científicos suponen que las leyes científicas son válidas en todo tiempo y lugar, pero se trata de un supuesto que podría resultar erróneo. Los valores de las constantes universales se encuadran dentro de esta incertidumbre. Sin embargo, sigue siendo verdad que nuestro universo, tal como de hecho lo conocemos, tiene unas características enormemente específicas.

En este contexto se ha formulado el *principio antrópico*. En su versión moderada, este principio afirma que tanto las condiciones iniciales del universo como sus leyes tienen que ser compatibles con la existencia de la naturaleza que observamos, incluyéndonos a nosotros mismos. Las condiciones necesarias para la existencia de la vida humana abarcan un amplio conjunto de factores físicos, químicos, geológicos, astronómicos y biológicos, que son muy específicos. Si se dieran pequeños cambios en las leyes, en los valores de las constantes universales o en las condiciones iniciales, no sería posible la vida humana.

De hecho, la Tierra es un paraíso para la vida, porque su atmósfera tiene un 20 por ciento de oxígeno, y una capa de ozono que protege de las radiaciones perjudiciales; las temperaturas y las presiones son bastante moderadas y oscilan dentro de un estrecho margen; hay agua en la superficie, y otras condiciones a las que estamos acostumbrados y que, sin embargo, son muy especiales si consideramos el universo en su conjunto. Incluso puede decirse que vivimos en una auténtica primavera; la cantidad de calor que recibimos del Sol depende del tamaño y la forma de la órbita de la Tierra, así como de la inclinación de su eje, y estos factores cambian con el tiempo y provocan grandes cambios de temperatura, como ha sucedido en las glaciaciones.

Estas condiciones dependen de leyes muy específicas. Por ejemplo, si la fuerza de la gravedad fuese un poco mayor de lo que en realidad es, las estrellas consumirían rápidamente su hidrógeno; en consecuencia, el Sol no habría existido de modo estable durante un tiempo suficiente como para permitir el desarrollo de la vida que conocemos. Si la gravedad fuese algo menor, el Sol sería demasiado frío, y el resultado habría sido igualmente funesto para la vida. Si se alterase ligeramente la relación entre las masas del protón y del neutrón, los átomos de hidrógeno no serían estables; como el hidrógeno constituye las tres cuartas partes de la materia conocida, el universo sería muy diferente. También dependen de las condiciones iniciales del universo; la intensidad de las fuerzas básicas, que determinan el mundo en el que vivimos, dependen de las circunstancias del universo primitivo.

Se especula con la posibilidad de que existan otros planetas habitables. Teniendo en cuenta que existen miles de millones de galaxias, cada una de las cuales tiene miles de millones de estrellas estrellas, parecería probable que existan planetas y vida en muchos otros lugares. Sin embargo, no es fácil que se den las condiciones adecuadas. Roman Smoluchowsky, del Consejo de Ciencias del Espacio de los Estados Unidos, destacado especialista en el estudio del origen y evolución de los planetas, ha escrito al respecto: "Todavía no se ha contestado de manera decisiva a la pregunta de si podrían existir otras formas de vida bajo otras condiciones, pero la respuesta probablemente será negativa"[21].

---

21. R. SMOLUCHOWSKY, *El sistema solar*, Prensa Científica-Labor, Barcelona 1986, p. 50.

Sin embargo, la posible existencia de vida en otros lugares no afectaría negativamente, sino positivamente, al carácter específico de nuestro universo. En efecto, mostraría que en la naturaleza existen unas virtualidades que, en las condiciones apropiadas, conducirían fácilmente a la existencia de sistemas capaces de tener vida, y esto resaltaría aún más la direccionalidad y la singularidad de la naturaleza.

Capítulo IV
EL ORDEN NATURAL

En la naturaleza existe orden. El orden es una característica básica de la naturaleza. Las ciencias experimentales buscan un conocimiento detallado del orden natural, y la reflexión filosófica acerca de la naturaleza se centra en torno a la explicación del orden.

El problema que vamos a examinar es la existencia, características y explicación del orden natural. El primer paso consistirá en analizar el concepto de orden.

1. El concepto de orden

El concepto de orden es uno de los conceptos clásicos que no sólo ha sobrevivido hasta la época moderna, sino que se encuentra en la actualidad en el centro de las discusiones científicas y filosóficas. Aunque se proponen diferentes explicaciones sobre el orden, existe un acuerdo generalizado acerca de su carácter fundamental.

1.1. *La definición del orden*

Un problema central en torno al orden es la distinción entre sus dimensiones objetivas y subjetivas. En efecto, el orden es un concepto central para la mente humana y todo nuestro conocimiento gira alrededor de relaciones de orden, pero esto no nos autoriza a concluir que en la realidad existe un orden paralelo al de nuestra mente.

El concepto de orden indica unidad en la diversidad; se refiere a partes diferentes que guardan una cierta disposición. Sin embargo, al hablar de *unidad* y de *disposición* ya se están utilizando conceptos relacionados con el orden. Cualquier intento de definir el orden sin utilizar conceptos que ya lo incluyan está destinado al fracaso. Algo que no poseyera ningún tipo de orden sería un *caos* absoluto, pero un caos de ese tipo resulta impensable: ni siquiera podemos representarnos una realidad entre cuyos componentes no existiera ningún tipo de orden[1]. Cuando hablamos de *caos*, entendemos siempre un caos relativo, una situación que posee un elevado grado de desorden, no un desorden absoluto. El orden abarca de algún modo toda la realidad, y por este motivo se ha llegado a afirmar que se trata de un concepto cuasi-trascendental.

Por tanto, parece que deberemos renunciar a formular una definición estricta del concepto de orden. Esto no representa un obstáculo serio, ya que podemos analizar muchos aspectos relacionados con el orden.

---

1. Cfr. H. KUHN, *Orden*, en: H. Krings~H. M. BAUMGARTNER~C. WILD y otros, *Conceptos fundamentales de filosofía*, Herder, Barcelona 1978, tomo II, pp. 693-694.

1.2. *Dimensiones del orden*

Señalaremos, en concreto, que el orden es un concepto *relacional*, que existe un orden *dado* y un orden *impuesto*, que el concepto de orden no se identifica con el de *organización*, y que existen relaciones entre el orden y la *regularidad* [2].

El primer aspecto que ha de destacarse es *el carácter relacional del concepto de orden*. El orden se dice siempre respecto a algo, es relativo a alguna referencia.

Se pueden adjudicar diferentes grados de orden a una misma situación de acuerdo con el punto de vista adoptado: existen muchos tipos de orden. Si consideramos, por ejemplo, el orden en que se encuentran unos libros, vemos que pueden clasificarse en una biblioteca por áreas de materias, por signaturas, por tamaños y colores, por tipos de interés del usuario, o por combinación de estos y otros factores; cuando se trata de libros de uso personal, cada uno tiene sus propios criterios y sucede con frecuencia que una disposición aparentemente desordenada, que no responde a criterios manifiestos, es la más útil.

Por tanto, el orden es relativo: es orden-para, en relación con algo. Sin embargo, esto no significa sin más que algo haya sido ordenado en vistas a un objetivo, ni tampoco que el orden sea sólo subjetivo. Esto nos conduce a una segunda dimensión del orden.

---

2. Se encuentra un análisis filosófico del concepto de orden en: J. J. SANGUINETI, *La filosofia del cosmo in Tommaso d 'Aquino*, Ares, Milano 1986, pp. 29-48, que incluye referencias a otros estudios sistemáticos acerca del orden.

En efecto, hay que distinguir dos dimensiones fundamentales del orden: una es lo que puede denominarse *orden dado*, o sea, un orden que se encuentra presente en la realidad independientemente de nuestra consideración, y la otra es el *orden impuesto*, que resulta de una actividad ordenadora, o sea, responde a un plan.

Se trata de una distinción clave, que condiciona muchos problemas relacionados con el orden, llegando hasta los más profundos. En efecto, parece que las dos dimensiones deben encontrarse relacionadas: ¿de dónde, si no, provendría el orden? Este interrogante ha de ser examinado en toda su amplitud; sin embargo, antes de hacerlo es preciso analizar con detalle otras cuestiones previas.

Sin duda, *en la naturaleza existe un cierto grado de orden*: nuestra vida cotidiana lo atestigua, y las ciencias descubren niveles de orden que son inaccesibles a la experiencia ordinaria. Pero el orden que *descubrimos* en ambos casos es, en parte, *puesto por nosotros*. Tanto en la vida práctica como en la investigación científica suponemos que existen determinados tipos de orden e intentamos contrastarlos con la realidad, con éxito desigual. En cualquier caso, nuestras representaciones del orden, si se exceptúan algunos casos triviales, no son una simple copia de la realidad.

Por otra parte, el orden no equivale a la *organización*. No sólo porque la idea de organización tiene un sentido activo que no siempre se encuentra en la idea de orden, sino porque sugiere algo más elaborado que un simple orden genérico. La organización es un caso particular del orden, un tipo especialmente fuerte de orden, que se da cuando existen componentes cuya unidad se manifiesta a través de la estructuración y la funcionalidad. El orden se refiere, de modo general, a unidad en la diversidad, y la organización se refiere a complejidad y funcionalidad.

La organización es un tipo específico de orden, que se da cuando existe una fuerte unidad y una cooperatividad entre los componentes de un sistema. Es el tipo de orden que se da en los sistemas cuyos miembros cooperan para su mantenimiento y actividad, realizando funciones específicas que contribuyen a esos objetivos.

El caso típico de organización natural es el de los vivientes, cuyos sistemas físicos, precisamente, se denominan *organismos*. En ellos se da una individualidad típica, acompañada de unidad, cooperatividad y funcionalidad. Sin embargo, la organización no es exclusiva del nivel biológico; también se da en el nivel físico-químico, tal como hemos puesto de manifiesto al analizar las teorías morfogenéticas. Una importante diferencia entre los dos casos es que, con frecuencia, el grado de individualidad es mucho menor en el nivel físico-químico, de tal modo que pueden distinguirse y separarse porciones de un sistema que pueden existir independientemente y poseen la misma organización del sistema total.

La distinción entre orden y organización es clave para el estudio de la naturaleza. En efecto, lo verdaderamente importante acerca de la naturaleza no es que posea un cierto orden: más bien resulta impensable un universo sin ningún tipo de orden. Lo importante es que la naturaleza posee un grado muy elevado de organización, que llega hasta extremos sorprendentes; el conocimiento ordinario lo atestigua, y las ciencias amplían de modo notable el alcance de este hecho.

La existencia de una auténtica organización en la naturaleza conduce a otorgar especial importancia a la modelización, las pautas y la información, que, como ya hemos señalado, resultan ser conceptos básicos para conseguir una representación fidedigna de la naturaleza.

Por fin, el orden se relaciona con la *regularidad*. Pero en este aspecto son fáciles los equívocos. Con frecuencia se identifica el orden con la repetición de algunos aspectos, cuando, en realidad, la repetición no es una nota característica del orden en general. Algunos tipos de orden se basan en la repetición, y la repetición es una señal de que existe algún tipo de orden; pero en muchos casos no tiene por qué ser así. Las melodías populares suelen ser repetitivas y también a veces lo son las composiciones musicales más sofisticadas, pero existen composiciones brillantes, que poseen un elevado grado de orden y armonía, en las cuales la repetición ocupa poco lugar. En los vivientes, que son los seres naturales con un grado mayor de orden, existen aspectos repetitivos pero, al mismo tiempo, se dan otros que tienen gran importancia y cuyo carácter es único.

1.3. *Tipos de orden*

Nos referiremos a algunos tipos de orden que tienen especial relevancia para el estudio de la naturaleza.

Si consideramos los aspectos dimensionales de las entidades naturales, el orden puede ser *espacial*, *temporal*, o incluir ambos aspectos. El orden espacial se relaciona con la *estructuración*, y el orden temporal con las *secuencias* de acontecimientos. Es posible hablar de *estructuración* en ambos casos, tomando ese término en un sentido general; esto resulta especialmente conveniente cuando se destaca el entrelazamiento entre el dinamismo natural y la estructuración (tanto espacial como temporal).

La *estructuración espacial* tiene gran importancia en vistas al reconocimiento de las entidades naturales, y permite determinar la existencia de *pautas espaciales*. Una función semejante desempeñan los procesos que se repiten periódicamente, desplegándose según *ciclos temporales*.

Si consideramos no sólo las relaciones entre componentes sino su cooperación unitaria, encontramos que la *organización* constituye un tipo especialmente importante de orden. Ya nos hemos referido a ello.

Podemos distinguir la siguiente gradación, de menor a mayor orden: *estructuración*, *pautas*, *organización*. En un sentido amplio, la estructuración abarca una enorme variedad de configuraciones espaciales y temporales: tantas como resultados posibles de la confluencia de diferentes dinamismos. En todos los casos existe un cierto orden. Se da un orden más estricto cuando existen pautas que se repiten. Y el orden alcanza su máxima expresión en las entidades que poseen una organización propiamente dicha. Existen estructuras que no son pautas ni organizaciones; toda pauta supone una estructuración, a la cual añade el carácter típico propio de los patrones que se repiten; y toda organización supone pautas y, por tanto, estructuración, a las cuales añade la cooperatividad funcional de los componentes y la correspondiente unidad del sistema, que es especialmente fuerte.

En este contexto se habla en la actualidad de la distinción entre el orden y la *complejidad*. Por ejemplo, un cristal posee un alto grado de orden repetitivo, pero su complejidad es pequeña; en consecuencia, almacena poca información: su materia puede distribuirse de pocas maneras. En cambio, una molécula como el DNA o las proteínas, puede contener mucha información: una secuencia concreta de componentes de estas moléculas almacena mucha informa-

ción cuando los componentes están organizados de tal manera que esa secuencia resulta funcional. Los temas relacionados con la complejidad (y por tanto, con la organización y la información) ocupan un lugar destacado en la investigación científica actual.

Por tanto, puede distinguirse un orden *estructural*, en el cual los componentes se disponen de tal modo que realizan una estructura, y un orden *funcional*, que se relaciona con la realización de una función. En las entidades naturales más organizadas existe un alto grado de funcionalidad, que se apoya sobre la estructuración de esas entidades. El orden estructural se refiere a la composición y estructuración de las entidades. El orden funcional se relaciona directamente con los aspectos dinámicos: procesos, interacciones, morfogénesis, direccionalidad y cooperatividad.

Estas consideraciones muestran que el interés del orden es variable. Muchos tipos de orden no tienen más interés que el propio de la situación de hecho que reflejan, que es el resultado de la confluencia de dinamismos y estructuraciones. Otros tipos de orden tienen un interés peculiar, por ejemplo, porque reflejan situaciones típicas que se repiten, o porque se refieren a procesos y estructuras más elementales que se encuentran en la base de la explicación de los dinamismos y estructuras más complejos.

También hemos aludido a la distinción entre el orden *real*, que existe independientemente de nuestro conocimiento, y el orden *intencional* o cognoscitivo, que depende en parte de nuestro modo de conocer. Esta distinción da lugar a todo un conjunto de problemas, que examinaremos a continuación, acerca del alcance real de nuestra representación del orden.

2. EL ORDEN EN LAS CIENCIAS

¿Hasta qué punto podemos afirmar que nuestro conocimiento del orden natural corresponde a la realidad?, ¿cuáles son las características del orden natural? Para responder a estas preguntas, es preciso analizar el valor de la experiencia ordinaria y del conocimiento científico.

Aludiremos brevemente, en primer lugar, a las relaciones entre el conocimiento ordinario y el científico. A continuación, centraremos nuestra atención en el análisis de las modalidades del orden tal como se manifiestan en las ciencias, con el fin de determinar las características del orden natural.

2.1. *Ciencia experimental y conocimiento ordinario*

La experiencia ordinaria es la base de nuestro conocimiento de la naturaleza. Proporciona una representación fiable de la naturaleza que, sin embargo, sólo se extiende a los aspectos que pueden ser captados con la ayuda de nuestros sentidos, cuyo alcance es muy limitado. Además, esa representación no es una simple copia de la realidad; es el resultado de una elaboración compleja de datos que son interpretados a través de los mecanismos de nuestro conocimiento.

No es necesario analizar aquí con detenimiento el problema de la validez de la experiencia ordinaria. Ese análisis exigiría estudios pormenorizados que resultan irrelevantes para el objetivo que nos proponemos. Damos por supuesto que, dentro de los límites a los que hemos alu-

dido, el conocimiento ordinario suministra una información fiable acerca de la naturaleza. La investigación científica se apoya sobre este supuesto, que resulta justificado por el progreso de las ciencias.

En efecto, *la actividad científica supone un realismo básico, acorde con el conocimiento ordinario*. Algunos aspectos de ese realismo básico son los siguientes: que el mundo físico posee una consistencia propia que es independiente de nuestra intervención; que el dinamismo natural se despliega de acuerdo con leyes; que existen estructuras y pautas espacio-temporales; que los diferentes niveles de la naturaleza se encuentran relacionados y constituyen una unidad; que nuestro aparato cognoscitivo nos permite conseguir una representación fiable de la naturaleza dentro de ciertos límites.

En este sentido, *la existencia de un orden natural es un supuesto básico de las ciencias*. Ante la experiencia ordinaria, la naturaleza posee un elevado grado de orden, que se manifiesta a través de la regularidad, la cooperatividad, la organización interna de los vivientes, la jerarquía y cooperación de los diferentes niveles. La investigación científica asume la existencia del orden natural como un supuesto básico, y lo somete a ulterior investigación.

El progreso científico *retro-actúa* sobre este supuesto: lo *retro-justifica,* lo *amplía* y lo *precisa.*

Lo *retro-justifica*, porque el orden es una condición necesaria para que puedan existir leyes científicas, y por tanto, la formulación de leyes bien confirmadas prueba la existencia de un orden. Si A es una condición necesaria para que exista B, la existencia de B es una condición suficiente para la existencia de A: o sea, si existe B, tiene que existir

A. En este sentido, la existencia de leyes científicas demuestra la existencia de un orden natural.

Lo *amplía*, porque el avance de las ciencias significa un progreso en nuestro conocimiento del orden de la naturaleza. El progreso científico amplía considerablemente nuestro conocimiento del orden, puesto que permite conocer muchos aspectos de la naturaleza que resultan inaccesibles para la experiencia ordinaria.

Lo *precisa*, porque los conocimientos científicos proporcionan una representación objetiva de la naturaleza, en la cual se superan los límites subjetivos de nuestra percepción. Sin embargo, para conseguir esos conocimientos, las ciencias utilizan construcciones que no son una mera fotografía de la naturaleza. Por tanto, debemos considerar cuáles son las modalidades del conocimiento científico del orden y qué consecuencias tienen en vistas a conseguir una representación fidedigna del orden natural.

2.2. *Modalidades del orden en las ciencias*

El orden es captado por las ciencias de modo parcial, de acuerdo con diferentes perspectivas que dependen de los recursos conceptuales y experimentales de que se dispone. Además, *el orden tiene manifestaciones diferentes en las diversas ciencias*; por ejemplo, el orden en física no equivale a la organización funcional en biología. Y *dentro de una misma ciencia existen diferentes tipos de orden, en función de los criterios que se adoptan en cada caso*; por ejemplo, desde el punto de vista de la estructura a escala atómica, existe un orden riguroso en los cristales, un

desorden total en los gases, y un orden parcial en los sólidos amorfos, en los líquidos y en los cristales líquidos, pero bajo otra perspectiva se considera como ordenado el estado de un gas cuyos componentes están distribuidos de modo homogéneo.

Por consiguiente, la noción de orden en las ciencias se presta a ambigüedades. Esto es una consecuencia del carácter *relacional* de esa noción; en efecto, siempre que se habla de orden es necesario precisar *cuál es la referencia adoptada,* o sea, *respecto a qué* existe orden, *qué criterio* se sigue en cada caso concreto para afirmar la existencia de un orden.

También es importante señalar que *cualquier logro científico puede ser interpretado como la afirmación de un orden*. Las ciencias se centran en torno a *enunciados legaliformes*, que formulan leyes o relaciones constantes, y todo enunciado de ese tipo equivale a afirmar la existencia de algún tipo de orden. Incluso cuando se habla de desorden, se supone que los fenómenos de que se trata son el resultado de causas concretas y, por tanto, se encuentran sometidos a un orden; en estos casos, *el desorden es también relativo*, y expresa que los fenómenos en cuestión no se encuadran dentro de las modalidades del orden típicas de la perspectiva adoptada.

El desorden es relativo por los mismos motivos que lo es el orden: siempre es desorden con respecto a algún criterio concreto. Como ilustración pueden mencionarse dos casos típicos: el principio de indeterminación de Heisenberg, y las teorías acerca del caos.

El *principio de indeterminación* formulado por Heisenberg establece que no es posible determinar simultáneamente y con toda precisión los valores de dos

magnitudes canónicas conjugadas, tales como la posición y el momento de una partícula, o la energía y el tiempo. Este principio parece afirmar la existencia de un desorden básico. Sin embargo, responde a razones bien determinadas, que se relacionan con las perturbaciones que experimenta una micro-entidad cuando se la somete a un proceso de medición. El principio establece una relación cuantitativa exacta entre las indeterminaciones de la medición de cada una de las magnitudes, de tal modo que, de hecho, tiene una función heurística positiva y permite conocer aspectos muy sutiles de los fenómenos microfísicos. Además, es posible determinar los valores exactos de cada magnitud por separado; el principio sólo formula límites para la medición simultánea de dos de ellas: por ejemplo, podemos determinar exactamente la posición de una partícula, pero, en ese caso, no podremos determinar *a la vez* y *con toda exactitud* su momento. Por consiguiente, aunque este principio abre interesantes perspectivas acerca del indeterminismo en la naturaleza, no puede ser interpretado como una afirmación de la existencia de una *indeterminación total.*

Las *teorías acerca del caos* estudian fenómenos que son muy sensibles a pequeñas variaciones de las condiciones iniciales, de tal manera que una variación de ese tipo hace imposible predecir con exactitud el comportamiento futuro de un sistema. Sin embargo, esos comportamientos caóticos se rigen por pautas, que son precisamente el objeto que estudian estas teorías. Por este motivo, se habla del *caos determinista*; esta expresión podría parecer contradictoria, pero expresa algo muy simple: que no se trata propiamente de un *caos absoluto*, sino de un comportamiento que puede considerarse caótico desde un punto de vista particular.

En definitiva, tanto el orden como el desorden son conceptos relativos y como tales se utilizan en las ciencias; y cualquier afirmación científica puede ser interpretada como la afirmación de algún tipo de orden. En estas condiciones, podría parecer suplerfluo todo intento de analizar ulteriormente el orden en las ciencias, ya que equivaldría a formular un resumen enciclopédico de todos los conocimientos científicos, y no aportaría nada nuevo. Sin embargo, ese análisis tiene un gran interés, porque permite determinar algunas características reales del orden natural. Las construcciones científicas no son una mera copia de la realidad, pero proporcionan conocimientos auténticos y, por tanto, nos dan a conocer muchas características del orden de la naturaleza: si bien el orden tal como se expresa en las ciencias no es una mera traducción del orden natural, proporciona muchas y valiosas indicaciones acerca de la existencia, la extensión y las modalidades de ese orden.

A continuación nos referiremos a cinco modalidades del orden en las ciencias que tienen un interés especial para nuestros objetivos: las *relaciones funcionales*, los *parámetros*, los *principios de simetría y de conservación*, el concepto de *entropía*, y las *teorías acerca de la auto-organización*. A modo de conclusión, consideraremos qué características del orden natural aparecen subrayadas a través de estas modalidades del orden en las ciencias.

2.3. *Las relaciones funcionales*

Las *relaciones funcionales* establecen *conexiones regulares* entre magnitudes. Los objetos científicos suelen consistir en modelos que representan *sistemas* mediante sus

propiedades y *estados*; las propiedades corresponden a magnitudes, y un cierto conjunto de propiedades determina el estado del sistema. Sobre esa base, se formulan enunciados que establecen relaciones funcionales entre magnitudes y, por tanto, dan a conocer diferentes aspectos de los sistemas.

Por ejemplo, los estados de un sistema termodinámico tal como un gas quedan determinados cuando se conocen los valores de la presión, el volumen y la temperatura. Se conocen muchos enunciados que relacionan estas magnitudes entre sí y con otras variables termodinámicas tales como la energía y la entropía. En la mecánica clásica, el estado de una partícula queda determinado cuando se conocen su posición y su momento (el producto de la masa por la velocidad); las ecuaciones fundamentales relacionan estas magnitudes con las fuerzas que actúan sobre la partícula, y permiten determinar las trayectorias que describen las partículas en su movimiento.

Muchas leyes científicas son relaciones funcionales. Las relaciones funcionales suponen y expresan un orden, ya que formulan regularidades. Tal como se advierte mediante los ejemplos citados, las modalidades de ese orden son diferentes: pueden referirse a relaciones entre propiedades de un sistema que se encuentra en equilibrio, a las leyes que rigen el movimiento de los cuerpos, etc.

Algunas leyes expresan *condiciones generales del orden*. Este es el caso de los principios de máximos y mínimos, de las leyes de simetría y de las leyes de conservación, que se refieren a aspectos que permanecen a través de los procesos. Debido a su especial importancia, dedicaremos un apartado a este tipo de relaciones.

Existen *leyes selectivas* que señalan límites a los procesos. Por ejemplo, según el principio de exclusión de Pauli, en un sistema microfísico, las partículas subatómicas que siguen la estadística de Fermi-Dirac (los fermiones) no pueden encontrarse en el mismo estado; esta prohición no afecta, en cambio, a las partículas que siguen la estadística de Bose-Einstein (los bosones). El principio de exclusión desempeña una función crucial para explicar la estructura de la materia en el nivel microfísico y, por tanto, para comprender el comportamiento de la materia en todos los niveles.

En cierto modo, *todos los enunciados científicos formulan condiciones selectivas*, ya que indican que existen unas relaciones determinadas entre las magnitudes y excluyen las demás. Por tanto, expresan *tendencias*.

En definitiva, las relaciones funcionales suponen la existencia de un orden natural, tanto estructural como dinámico, y lo representan parcialmente, desde perspectivas particulares. Se formulan mediante construcciones que se refieren al orden natural de modo simbólico y parcial, pero verdadero.

2.4. *Los parámetros*

En la ciencia experimental, la búsqueda del orden se encuentra muy relacionada con el uso de *parámetros* y de *constantes*, que indican y limitan las posibilidades del orden.

Las leyes cuantitativas incluyen magnitudes *variables*, cuyo valor es diferente en las diversas circunstancias. Una

ley suele expresar relaciones entre variables, de modo que, cuando se conocen los valores concretos de alguna o algunas de ellas, la ley permite calcular cuáles son los valores de otras. Por ejemplo, la ecuación f = m x a significa que, si conocemos la masa (m) de un cuerpo y las fuerzas (f) a las que está sometido, podemos calcular cuál será la aceleración (a) de su movimiento.

En muchas leyes aparecen magnitudes que no son simples variables, porque no pueden tener cualquier valor. Estas magnitudes se denominan *parámetros* cuando sólo pueden tener algunos valores determinados, y *constantes* cuando tienen un solo valor fijo. La constancia total o parcial de esas magnitudes indica que la naturaleza tiene una estructuración y un dinamismo que se encuentran determinados de modo específico: se realizan unas posibilidades concretas y, en cambio, quedan excluidas otras. Por este motivo constituyen una fuente importante de información acerca del orden de la naturaleza tal como existe en la realidad.

Las *constantes* tienen el mismo valor en todas las circunstancias. Los *parámetros* tienen un valor constante en cada caso particular, aunque ese valor cambia cuando se trata de casos diferentes. Por tanto, se trata de factores que afectan a las modalidades posibles de entidades y procesos naturales, estableciendo límites a lo que puede existir o suceder.

Los *parámetros* son de uso habitual en las *matemáticas*. Se trata, por ejemplo, de una magnitud variable que aparece en la ecuación de una línea o de una superficie, cuya variación representa una familia de líneas o superficies. Por ejemplo, si se expresa la ecuación de una línea recta mediante la ecuación y = a x + b, los parámetros *a* y *b* pueden tener valores variables; si se fija el valor de *b*, queda

fijado un conjunto de rectas que pasan por el punto y = b del eje de ordenadas, aunque tendrán diferentes inclinaciones según cuál sea el valor de *a*; si, en cambio, se fija el valor de *a*, queda fijado un conjunto de rectas paralelas, que cortarán al eje de ordenadas en diferentes puntos según cuál sea el valor de *b*. En el caso de una parábola, la ecuación es $y^2 = 2px$, y el valor del parámetro *p* determina de qué parábola concreta se trata.

En la ciencia experimental, los parámetros y las constantes adquieren un significado físico. Ya nos hemos referido a los *parámetros de sistemas*, que definen el estado de los sistemas termodinámicos, mecánicos, etc. Las ecuaciones de cada teoría proporcionan información sobre toda una clase de fenómenos; por ejemplo, la ley de los gases en termodinámica, y las ecuaciones del movimiento en mecánica. De este modo se consigue aplicar unas mismas leyes a fenómenos en apariencia muy diferentes. Esto equivale a determinar el orden que subyace a muchas estructuras y procesos naturales.

Otro tipo de parámetros físicos son las magnitudes que se denominan *coeficientes*. Un coeficiente es una magnitud característica de fenómenos específicos. Se trata, por así decirlo, de constantes particulares o magnitudes características del comportamiento de un sistema con respecto a determinados fenómenos.

Los coeficientes se encuentran en fenómenos de todo tipo. Algunos se relacionan con fenómenos relativamente familiares; por ejemplo, la *resistencia eléctrica* de un conductor, la *densidad* de un medio material, y el *índice de refracción* entre dos medios, relacionado con la inclinación que experimenta la luz al pasar de un medio físico a otro (por ejemplo, del aire al agua). Otros coeficientes implican teorías menos familiares; por ejemplo, la *polarizabilidad* es

una propiedad eléctrica microscópica de los medios dieléctricos (aislantes), que relaciona la susceptibilidad eléctrica (observable macroscópicamente) con las propiedades de los átomos y moléculas; la *susceptibilidad eléctrica* es una magnitud a-dimensional que relaciona el campo eléctrico y la polarización (vector relacionado con el momento dipolar eléctrico) inducida por ese campo en un dieléctrico.

El hecho de que los coeficientes se encuentren en los fenómenos físicos más variados, constituye una indicación clara de la existencia de propiedades específicas que ponen de manifiesto el orden real que se da en la naturaleza.

La *temperatura* desempeña una función especialmente importante en relación con los fenómenos de orden y desorden. Existen muchos fenómenos en los que se dan transiciones del desorden al orden, y viceversa, cuando disminuye o aumenta respectivamente la temperatura. Este es el caso, por ejemplo, del *magnetismo* en el hierro. Los átomos de una pieza de hierro pueden considerarse como pequeños imanes, y las fuerzas entre ellos tienden a alinearlos en la misma dirección. Si la pieza está en equilibrio con su entorno a una temperatura T, recibirá continuamente energía proporcionalmente a T, lo cual tiende a disturbar la alineación. Si T es suficientemente alta, los pequeños imanes se orientarán al azar, y no habrá magnetización total neta. Si T es suficientemente baja, los imanes se alinean paralelamente; la pieza se comportará como un imán. Con T intermedia, habrá orden parcial. La magnetización total desaparece cuando se alcanza la temperatura de Curie, en torno a los 1000 Kelvin.

Los fenómenos más familiares de este tipo son las *transiciones de fase,* tales como la congelación y la evaporación de los líquidos. La materia se encuentra en diferentes estados (sólido, líquido, gaseoso, plasma), y en cada

uno de ellos presenta unos tipos peculiares de orden. El conocimiento del orden natural consiste, en buena parte, en determinar los procesos mediante los cuales la materia pasa de un estado a otro. Se trata de los *cambios de estado*. Las *transiciones de fase* son cambios en el estado de la materia. En la ciencia se distinguen dos tipos básicos: las transiciones de fase de primer orden y de segundo orden; son aparentemente muy diferentes, pero son sólo aspectos del mismo fenómeno. Existen teorías bien comprobadas que explican muchos de estos fenómenos, en los cuales desempeña una función fundamental la temperatura. Ya nos hemos referido a la superfluidez del helio líquido, que es un fenómeno cuya explicación permite comprender cómo surge el orden físico macroscópico a partir del comportamiento de las entidades microfísicas.

Las *constantes universales* tienen una gran importancia en la ciencia. Se trata de magnitudes invariables que aparecen en las teorías básicas y en su aplicación, o que son propiedades de los constituyentes básicos de la materia. Una breve alusión a algunas de ellas basta para advertir su importancia, ya que intervienen en la formulación cuantitativa de los más variados fenómenos que estudia la ciencia.

La *velocidad de la luz* (c) interviene en la formulación del electromagnetismo y de la teoría de la relatividad; por ejemplo, en la ecuación de Einstein que expresa la equivalencia entre energía y masa: $E = m \times c^2$. Su valor (en el vacío) es de $2{,}9979 \times 10^8$ metros/segundo.

La *constante de Planck* (h) interviene en las fórmulas de la física cuántica; por ejemplo, en la fórmula que relaciona la energía con la frecuencia: $E = h \times \nu$. Vale $6{,}6262 \times 10^{-34}$ julios x segundo. Esta constante se encuentra por

doquier en la física cuántica y determina el comportamiento de la materia en el nivel microfísico.

Las partículas subatómicas poseen una *carga eléctrica* y una *masa* características. Por ejemplo, la carga del electrón vale $1{,}6022 \times 10^{-19}$ coulomb, y la masa del electrón vale (en reposo) $9{,}1095 \times 10^{-31}$ kilogramos. Cada partícula tiene una carga eléctrica y una masa bien definidas. Toda la física de partículas depende, en gran parte, de la existencia y la determinación de estos valores.

La *constante de la gravedad* (G) determina la fuerza gravitacional entre dos cuerpos a una distancia determinada, de acuerdo con la fórmula que relaciona esa fuerza con las masas de los dos cuerpos: $F = G\ m\ m' / d^2$. La formulación de esta ley fue uno de los pasos principales que hicieron posible el nacimiento de la ciencia moderna. La estructura a gran escala del universo depende de la magnitud característica de la fuerza de la gravedad.

En la química desempeña una función principal el *número de Avogadro* (N), que vale $6{,}023 \times 10^{23}$ partículas/mol. Avogadro postuló que a la misma presión y temperatura, volúmenes iguales de todos los gases contienen el mismo número de moléculas. Ahora se define un mol como una unidad para contar grandes números de átomos o moléculas; equivale a $6{,}023 \times 10^{23}$ unidades fórmula de la sustancia de que se trate. El volumen ocupado por un mol de cualquier gas en condiciones normales (a presión de una atmósfera y a temperatura de 273 grados Kelvin) es el mismo y se llama volumen molar: el de un gas ideal es 22,4 litros, y el del Helio es 22,426 litros.

Una tarea esencial de la ciencia es la determinación de los valores de las constantes universales con la mayor precisión posible. Se concede mucha importancia a esa tarea

porque esas constantes determinan la formulación y aplicación de las teorías básicas.

Las constantes universales son magnitudes que, si bien reflejan aspectos importantes del orden natural, lo hacen a través de teorías que son construcciones nuestras. Por otra parte, en el estado actual de las ciencias, se trata de *condiciones fácticas* que condicionan todo el trabajo científico, y manifiestan que el orden natural estudiado por la ciencia es un orden concreto, específico y bien determinado.

¿Sería posible construir una teoría general a partir de la cual se pudieran *deducir* las características de nuestro mundo real? El progreso de la ciencia experimental se realiza gracias a una peculiar combinación de construcciones teóricas y comprobaciones experimentales, y no hay indicios de que se pueda prescindir de ninguno de los dos aspectos.

Ni siquiera podemos estar seguros de que las constantes lo sean siempre y de modo necesario; o sea, de que las constantes sean realmente constantes. Pueden depender de las condiciones físicas que existen en una determinada época. Los científicos suelen suponer que su valor no cambia con el tiempo; en caso contrario, difícilmente podrían aplicar sus teorías a regiones remotas del espacio o del tiempo. Pero tampoco existen garantías al respecto.

Los distintos tipos de parámetros y de constantes expresan aspectos del orden que la ciencia encuentra en la naturaleza, y muestran que la naturaleza tiene un carácter enormemente específico.

2.5. *Los principios de simetría y de conservación*

Las *leyes de conservación* expresan que una determinada magnitud conserva el mismo valor en el curso de ciertos procesos.

Las leyes de conservación proporcionan una gran ayuda para resolver los problemas de la ciencia, ya que permiten determinar qué procesos son posibles y cuáles son imposibles, y además proporcionan conocimientos acerca de algunos factores relevantes. Su carácter epistemológico es muy variado; algunas, como la ley de conservación de la carga eléctrica, responden a la idea de que una determinada característica no se crea ni se destruye en los procesos físicos, y otras, como la ley de conservación de la energía, han recibido diversas formulaciones, pues se ha ido ampliando al conocerse nuevas formas de energía y su relación mutua.

En la física clásica se establecieron cinco principios de conservación: las leyes de conservación de la *masa*, de la *energía*, del *momento lineal*, del *momento angular*, y de la *carga eléctrica*. En la física relativista, las dos primeras se funden en una, que establece la conservación de la masa-energía. En la física cuántica, se han añadido otras leyes de conservación: del *número bariónico*, del *número leptónico*, de la *extrañeza*, etc.

Las leyes de conservación están muy relacionadas con las simetrías. En geometría, una figura es simétrica si su forma no cambia cuando se efectúa una operación tal como invertir de arriba abajo o de derecha a izquierda (respecto a un eje de simetría), o una rotación de 180 grados alrededor del centro. Esta idea se extiende a las ecuaciones, que son simétricas si no cambian cuando se reemplazan unas can-

tidades por otras (por ejemplo, a + b = c + d, es simétrica respecto a la operación a = -c, c = -a). Se dice que la ecuación es *invariante* respecto a la *operación* respectiva.

En general, una ley física y el fenómeno que expresa, se dice que son *simétricos respecto a una cierta transformación*, si esa transformación deja invariante la formulación matemática de la ley. Se dice también que la ley es *invariante*. Por ejemplo, la relatividad restringida postula que todas las leyes físicas son simétricas, y por tanto que su formulación es invariante, con respecto a cualquier transformación entre sistemas inerciales.

La simetría de una ley física respecto a una transformación es *global* si la transformación afecta por igual a todos los puntos del espacio, y es *local* si la amplitud de la transformación está en función del punto considerado. La noción de simetría local desempeña una función importante en la física moderna, pues se demuestra que implica la existencia de un campo de fuerza local. Las teorías de unificación de las fuerzas fundamentales utilizan simetrías locales; poseen una *invariancia de gauge* (o de *aforo*).

Las leyes de conservación suelen originarse en alguna simetría fundamental, o sea, en algún *principio de invariancia,* según el cual *las leyes no cambian en una cierta operación imaginaria.*

Las consideraciones anteriores pueden ilustrarse considerando como ejemplo la ley de conservación de la masa y energía, que es una de las leyes más importantes de la ciencia. La *ley de conservación de la energía*, en su forma más simple, expresa la conservación de la *energía mecánica* o suma de las energías *cinética* y *potencial*. Era ya conocida en el siglo XVII. Por ejemplo, cuando un cuerpo cae bajo la fuerza de la gravedad, en cada instante tiene una energía que

es la suma de la energía cinética que ha adquirido y la energía potencial, que va disminuyendo; cuando llega al suelo, toda su energía es cinética, y al golpear el suelo, se transforma en calor.

En los sistemas de la experiencia ordinaria la energía mecánica no se conserva, debido a que existen fricciones y se disipa calor. Pero cuando se descubrió que el calor es una forma de energía, y que la energía mecánica se transforma en calor o *energía térmica*, se formuló una ley más general, según la cual se conserva la suma total de los diferentes tipos de energía. Otras ampliaciones se debieron a incluir las energías *química*, *eléctrica*, y *electromagnética*.

La *ley de conservación de la masa* fue formulada por Lavoisier hacia 1785, y tuvo una influencia considerable sobre el desarrollo de la química e, indirectamente, en el nacimiento de la teoría atómica. En el siglo XX, gracias a la relatividad restringida, se comprobó la *equivalencia entre masa y energía*. Se formuló una ley aún más general, según la cual la suma de la energía y la masa en un sistema *aislado* es constante.

El *principio de simetría* del que se deriva la ley de conservación de energía y masa afirma que *las leyes físicas son invariantes en relación con el tiempo*. O sea, toda ley física que se aplica hoy, se aplicará mañana o dentro de mil años. Se puede demostrar que apartarse de este principio supondría la creación de masa y energía a partir de la nada.

2.6. *El concepto de entropía*

El concepto de entropía merece un examen específico, ya que se encuentra habitualmente asociado a afirmaciones acerca del orden de la naturaleza. Originalmente es un concepto de la *física*, pero también se ha utilizado más tarde en la *teoría de la información*, en la cual se relaciona el concepto de información con los conceptos de orden y de entropía. Acerca de estas relaciones se han propuesto interpretaciones diferentes.

El concepto de *entropía* pertenece originalmente al ámbito de la física, y más en concreto a la *termodinámica*, donde se encuentra relacionado con el segundo principio de la termodinámica, y a la *mecánica estadística*, donde se relaciona con las probabilidades.

Sadi Carnot formuló en 1824 el *principio de Carnot*: una máquina térmica no puede funcionar sin que pase calor de un foco caliente a otro frío; la producción de trabajo irá acompañada de disipación de energía en forma de calor. Rudolf E. J. Clausius reformuló en 1850 el principio de Carnot: es imposible transferir calor de una fuente calorífica a otro cuerpo más caliente sin realizar trabajo. Nuevas reformulaciones fueron propuestas por Lord Kelvin y Max Planck. La formulación de Kelvin-Planck del segundo principio de la termodinámica se expresa así: no es posible un proceso cuyo único resultado sea la absorción de calor procedente de un foco y la conversión de este calor en trabajo.

La noción de *entropía termodinámica* fué propuesta por Clausius en 1876, extrayendo las consecuencias del principio de Carnot. La entropía es una función de estado, cuyo cambio es igual a la integral de la cantidad de calor

intercambiado por el sistema durante la transformación, dividida por la temperatura absoluta a la que se realiza la operación: $S_f - S_i = \int dQ / T$ (S_f es el valor final de la entropía y S_i el valor inicial). Sólo se define un cambio de entropía, no una entropía absoluta. Si el proceso comienza y termina en el mismo estado, el cambio de entropía es nulo.

Utilizando el concepto de entropía, el segundo principio de la termodinámica establece que *en todo sistema aislado la entropía tiende a aumentar* (un sistema aislado es aquél que no intercambia materia ni energía con el exterior).

Ludwig Boltzmann, trabajando en la *física estadística*, donde se estudian los sistemas como compuestos de un gran número de micro-partículas, generalizó la noción de entropía en 1894. Cada estado macroscópico de un gas puede ser realizado por un número determinado de estados microscópicos; puede probarse que un macroestado más entrópico es compatible con un mayor número de microestados y, por tanto, es más probable. La entropía (S) se relaciona con el logaritmo de la probabilidad (W) mediante la constante de Boltzmann: $S = k \ln W$, donde W es el número de microestados compatibles con el macroestado dado. La probabilidad del estado termodinámico de un gas será 1/W. Esta formulación de la entropía se refiere a la *mecánica estadística*.

Por tanto, en el ámbito de la física se dispone de dos nociones de entropía: la entropía de la *termodinámica* y la entropía de la *mecánica estadística*. Ambas se encuentran relacionadas mediante la ecuación de Boltzmann, que establece un puente entre los ámbitos microfísico y macrofísico. Pero se definen de modo diferente en los dos contextos.

James C. Maxwell expuso en 1871 una famosa paradoja relacionada con la entropía. Se considera una caja con

dos compartimentos comunicados, en los que se encuentran moléculas de un gas; un demonio deja pasar hacia la derecha las moléculas veloces y hacia la izquierda las lentas; pasado un tiempo, el gas homogéneo se ha vuelto ordenado: la parte izquierda está refrigerada y la derecha ha ganado calor; si entonces se abre la comunicación, moléculas veloces pasarán a la izquierda para restablecer el equilibrio termodinámico. Se obtendría así un móvil perpetuo de segunda especie, que según el segundo principio de la termodinámica no puede existir. En 1929, Szilard propuso una solución a la paradoja: el demonio necesita enterarse de la posición y velocidad de las moléculas que se aproximan, y esto requiere gastar energía para iluminarlas; este gasto supera con creces la ganancia obtenida. Por primera vez se relacionaba la *entropía* con la *información*, veinte años antes de que Shannon publicara su famoso trabajo.

En la teoría moderna de la información, formulada por Shannon, se introduce el concepto de *entropía informacional*. Su relación con la entropía termodinámica es bastante singular. Parece ser que Shannon pensaba denominar a su función H como *incertidumbre* (*uncertainty*), porque mide la incertidumbre, anterior a la elección efectiva del mensaje, de que un determinado mensaje sea escogido entre un conjunto de alternativas posibles. Otra opción era llamarla *información,* pues cuantifica la información que se recibe tras la elección de un mensaje dado. Finalmente, Shannon introdujo el concepto de *entropía informacional* en su teoría, y de tal manera que existe una identidad *formal* entre la entropía utilizada en la mecánica estadística y la función entropía de Shannon, ya que la entropía informacional viene expresada por una relación matemática semejante a la que se utiliza en el caso de la entropía física. Se discute si sólo hay coincidencia azarosa de las fórmulas o

existe una relación más profunda. La opinión general es que hay que tratar la analogía entre la entropía física y la informacional con cuidado, porque fácilmente puede generar confusión.

Hay, en definitiva, tres conceptos de entropía: la entropía *termodinámica*, la de la *mecánica estadística*, y la *informacional*. Los conceptos de la termodinámica y de la mecánica estadística, que se encuentran en el ámbito de la física, están relacionados a través de la ecuación de Boltzmann, mientras que la entropía de la teoría de la información es diferente conceptualmente y sólo se identifica con las anteriores en ciertos contextos particulares.

La entropía termodinámica condiciona la información que el macroestado del sistema puede ofrecer acerca de los microestados del mismo. Si hay pocos grados de libertad en los componentes, éstos actúan conjuntamente, y el sistema puede realizar más trabajo, es más dinámico; a la vez, ofrece más información, pues el sistema es más coherente. Si aumenta la entropía, los elementos actúan por su cuenta, el sistema es menos dinámico y refleja en menor medida las posiciones y momentos de sus componentes.

La entropía informacional tiene un carácter más general que la termodinámica. En termodinámica, sólo conduce a cálculos de entropía una distinción de macro y microestados que esté asociada a la energía. *La entropía de la física no es una medida de cualquier tipo de desorden, sino sólo de un desorden relevante energéticamente.* El desorden en un sentido formal, no físico, fácilmente lleva a la entropía de Shannon, pero no está clara su relación con la entropía física. Ya se ha advertido que el concepto de orden es relativo; es necesario precisar en cada caso a qué aspecto se refiere el orden de que se habla. Sólo bajo ciertas condiciones restrictivas puede ser medido en base a la

entropía. En definitiva, *la entropía física y la informacional sólo son lo mismo en contextos muy específicos.*

La entropía se relaciona con el orden de los sistemas físicos, ya que, de alguna manera, expresa la tendencia de los sistemas aislados hacia una degradación del orden. La morfogénesis, tal como ocurre en el caso de los vivientes, sólo es posible gracias al intercambio de energía con el exterior. Los conceptos de entropía y de información desempeñan una función importante en las teorías morfogenéticas y en la biología. La naturaleza tiene un comportamiento altamente específico que está gobernado por leyes igualmente específicas, y resulta lógico que se le apliquen en grado cada vez mayor conceptos extraídos de la *teoría de la información.* La relación entre orden e información es uno de los temas centrales en la investigación biológica, porque los mecanismos físico-químicos de los fenómenos vitales utilizan abundantemente recursos que se relacionan con el concepto de información[3].

Es importante señalar que el *desorden* al que se refiere la entropía es el que se opone a la *organización*; en este sentido, los sistemas aislados tienden hacia el aumento de la entropía y, por tanto, del desorden. En cambio, si se considera como ordenado un estado homogéneo, entonces los sistemas aislados tienden hacia ese estado. En definitiva, las consideraciones acerca de la entropía muestran que la producción de organización física exige un gasto de energía.

---

3. Se encuentra una discusión detallada de estos problemas en: A. MARCOS, *El papel de la información en biología*, tesis doctoral, Facultad de Filosofía, Universidad de Barcelona 1990. Algunas ideas están expuestas en: A. MARCOS, *Información y entropía*, Arbor, 140 (1991), pp. 111-135.

2.7. *Las teorías acerca de la auto-organización*

Ya hemos aludido a la importancia que en la actualidad se concede al estudio de los fenómenos que se comprenden bajo el título de *auto-organización.*

La auto-organización corresponde a la aparición de una estructura que no es copia de una estructura exterior. El ámbito de los fenómenos de auto-organización es muy amplio: transiciones de fase de sistemas físicos en equilibrio térmico (transiciones líquido-gas, ferromagnetismo, superconductividad), formación de pautas dinámicas en fluidos (inestabilidad de Bénard), el láser, la formación de pautas en reacciones químicas (reacción de Belousov-Zhabotinsky), fenómenos en la física del estado sólido (crecimiento de cristales), morfogénesis biológica.

Según la termodinámica, en un sistema cerrado (sin contacto con el exterior) la entropía (desorden) aumenta. Sin embargo, cuando hay intercambios energéticos con el exterior, pueden aparecer nuevas formas de organización. Se trata de sistemas fuera del equilibrio en los cuales aparecen comportamientos colectivos de sus componentes, de tal modo que, en determinadas condiciones, prevalece una nueva forma de organización.

Las teorías acerca de la auto-organización se interpretan a veces como una prueba de que el orden puede surgir a partir del desorden. Pero *el desorden total, en forma de caos absoluto, no existe.* Ni siquiera podemos hacernos una idea de lo que significa. La ciencia estudia las transiciones de unas formas de orden a otras. Siempre ha de admitir, como un supuesto que es una de sus condiciones de posibilidad, la existencia de orden y de leyes (que las leyes sean o no deterministas es otro problema diferente).

Cuando se habla del nacimiento de orden a partir del desorden, ha de entenderse que propiamente se da una transición entre estados físicos que poseen diferentes tipos de orden y organización.

La organización funcional ya era conocida en el ámbito de los vivientes. En el nivel biológico se dan las modalidades del orden propias de los niveles físico y químico. Pero además existen nuevas formas de orden, características de los vivientes: se trata de una *organización funcional*. Este tipo de organización se da ya en las células; y se manifiesta en el orden fisiológico, que estudia la estructura y función en los organismos, así como en el nivel embriológico, que estudia la diferenciación en los organismos. La novedad actual radica en que se conocen ya muchos fenómenos de cooperatividad en los niveles de la física y la química, y en que se conocen cada vez mejor las bases físico-químicas de los fenómenos biológicos.

En el ámbito de la organización tiene gran importancia la *recursividad organizativa*, que se da en procesos cuyos productos son necesarios para su propia existencia. En esta línea se encuentran los estudios acerca de la *auto-catálisis*, proceso en el cual la presencia de un sistema es necesaria para su propia producción, y del *hiperciclo* (Eigen-Schuster), en el que dos o tres clases de biomoléculas se multiplican por auto-catálisis, pero además la multiplicación de una es asistida por la de otra y viceversa. Estas investigaciones van dirigidas, en buena parte, a mostrar cómo han podido desarrollarse los procesos físico-químicos que se encuentran en la base de los fenómenos biológicos.

Los fenómenos de auto-organización ponen de manifiesto que el comportamiento de la materia no tiene nada que ver con el esquema mecanicista. Existe una enorme *cooperatividad* entre los componentes de la materia, que mani-

fiestan *tendencias* hacia la formación de pautas organizadas. La *direccionalidad* de las entidades naturales es, en este sentido, patente.

2.8. *El orden natural ante las ciencias*

El progreso científico muestra que el orden de la naturaleza tiene un carácter selectivo y singular. En otras palabras, nuestro mundo es un mundo muy específico.

El carácter específico de la naturaleza se muestra en la existencia de *configuraciones*, de *pautas* y de *tendencias*: *existen tendencias reales hacia configuraciones y pautas determinadas.* Esto corresponde al entrelazamiento entre dinamismo y estructuración. Se trata de un aspecto que puede ayudar a una re-evaluación de ideas clásicas que, en contra de lo que se ha pensado durante mucho tiempo, resultan adecuadas para conseguir una representación fidedigna de la naturaleza, en la que se armoniza la existencia de mecanismos físicos con la existencia de formas y fines.

Esta integración, hacia la cual apuntan los logros científicos recientes, incluye, como uno de sus ingredientes básicos, una re-evaluación del concepto de *materia*, que de algún modo significa la rehabilitación de una noción dinámica de la materia que ya estaba presente incluso en la filosofía de los presocráticos. La conceptualización de la materia como un substrato pasivo e inerte ha podido ser útil como un modelo mecánico que tiene un valor parcial, pero ha contribuido a crear serias dificultades que en la actualidad resultan superadas por el progreso científico.

Con frecuencia se advierte que el orden de las ciencias es un orden creado por el hombre. En esta línea, las interpretaciones convencionalistas subrayan que las formulaciones de las leyes, los valores de las constantes, etc., dependen de *construcciones* nuestras. Ciertamente, no se puede atribuir a esas construcciones un sentido realista directo, como si se tratase de meras reproducciones de la realidad. Sin embargo, en muchos casos se consiguen representaciones que establecen la existencia de configuraciones espaciales, de pautas temporales y de tendencias direccionales más allá de toda duda razonable. En otros casos, las construcciones científicas son más abstractas y han de ser sometidas a una valoración previa cuando se desea determinar su referencia a la realidad. Pero incluso entonces, la concordancia entre las construcciones científicas y los resultados experimentales no es convencional, y esto muestra que a través de las construcciones científicas conocemos, a nuestro modo, el orden real de la naturaleza.

3. Características del orden natural

El orden natural no es, por así decirlo, un orden absoluto que signifique sólo orden bajo cualquier punto de vista. La naturaleza posee muchos tipos de orden y también de desorden: lo que es ordenado de acuerdo con unos criterios concretos, implica algún tipo de desorden bajo otros criterios. Sin embargo, el orden natural posee rasgos muy específicos y, además, tiene un cierto carácter absoluto si se considera la jerarquía de las entidades naturales que culmina en la persona humana.

3.1. *Factores aleatorios en el orden natural*

El orden de la naturaleza significa que existe una cierta unidad en la que se engloban aspectos diferentes. Existe una gran diversidad de entidades, de propiedades, de procesos, y esta diversidad es la base del orden, que se refiere a aspectos unitarios de las entidades, las propiedades y los procesos.

Por tanto, *el orden de la naturaleza no es absoluto*. La diversidad siempre está presente, y esto implica que *el desorden también está siempre presente*. Es importante recordar que, tal como se ha advertido con anterioridad, tanto el orden como el desorden son conceptos relacionales que se definen de acuerdo con unas determinadas referencias; por tanto, *cuando hablamos del desorden no nos referimos a un puro caos, a un desorden absoluto, que es tan irreal como el orden absoluto.*

Esa mezcla de orden y desorden (relativos) existe en las diferentes dimensiones y tipos del orden.

Por ejemplo, la *regularidad* se refiere siempre a algunos aspectos y no a otros. La regularidad de las *configuraciones espaciales* es una entre muchas posibles: los cubos en cuyas aristas se disponen los iones de cloro y sodio en la sal común son cubos, y si bien el cubo es una figura geométrica regular, tiene unas características bien definidas y no otras. La materia en estado cristalino posee propiedades geométricas específicas que pueden considerarse ordenadas cuando se las contempla bajo ciertos criterios, pero no bajo cualquier criterio. Algo semejante sucede con la regularidad de los *procesos*. El movimiento rectilíneo uniforme posee un orden que, en cambio, no poseen el movimiento rectilíneo acelerado ni el movimiento

a lo largo de una circunferencia, pero la inversa también es cierta. Estas consideraciones pueden aplicarse también a las *leyes*.

Las *interacciones básicas* son responsables de la estructuración de la naturaleza, pero no se trata de fuerzas simplemente cooperativas. En muchos casos se oponen y dan lugar a dinamismos concurrentes. El orden que resulta depende de qué fuerzas prevalecen y, en general, de cómo se integran los dinamismos concurrentes.

Estas reflexiones pueden parecer triviales, pero sirven para deshacer algunos equívocos fundamentales que se basan en ideas demasiado simples acerca del orden y el desorden. Por ejemplo, Edgar Morin ha formulado una interpretación de la naturaleza según la cual la organización, a la que considera con razón como el aspecto central de la naturaleza, habría surgido del azar[4]. Morin otorga al *caos* una función primordial en la constitución de la naturaleza. Afirma que el caos es "la desintegración organizadora" y, refiriéndose a ejemplos concretos, señala que:

> "la génesis de las partículas, de los átomos de los astros se opera en y por las agitaciones, turbulencias, remolinos, dislocaciones, colisiones, explosiones. Los procesos de orden y de organización se han abierto un camino como ratón a través de los agujeros de un gruyère cósmico, se han constituido en y por el caos.... El cosmos se ha constituido en un Fuego genésico; todo lo que está formado es metamorfosis del fuego. Es en la Nube ardiente en donde han aparecido las partículas, donde se han soldado los núcleos, es en el furor del fuego donde se han alumbrado las estrellas y donde se forjan los átomos. La idea e imagen del fuego heraclitano eructante, gruñente, destructor,

4. Cfr. E. MORIN, *El Método*. I . *La naturaleza de la Naturaleza*, Ediciones Cátedra, Madrid 1981, p. 82.

creador es con mucho la del caos original de donde surge el logos"[5].

Estas consideraciones tienen un cierto valor poético y reflejan en parte una realidad, si se admite, con la cosmología actual, que la nucleosíntesis primitiva se efectuó hace miles de millones de años en unas condiciones muy diferentes de las actuales y que los átomos pesados, también los que se encuentran en la Tierra, han sido sintetizados originalmente en el interior de las estrellas. Pero contienen un equívoco importante, que atraviesa toda la obra de Morin: la de identificar unas *condiciones físicas violentas* con una *situación caótica.*

Esa identificación sería legítima si se identificase el orden con los procesos que se desarrollan en el ámbito de nuestra experiencia ordinaria. En ese caso, los choques de partículas y átomos a millones de grados de temperatura podrían considerarse caóticos. Pero en realidad no lo son. Están regidos por pautas naturales. Sabemos que en el interior de las estrellas existen reacciones termonucleares de fusión, semejantes a las que se producen en las bombas de hidrógeno, porque conocemos las leyes que las rigen y hemos fabricado, de acuerdo con esas leyes, bombas de hidrógeno. Morin parece olvidar que el caos del que habla es un tipo de desorden tan relativo como los demás tipos de desorden y de orden.

Morin afirma que el átomo en el mundo microfísico y el Sol en el macrocosmos son los dos pilares o fundamentos del orden y de la organización en la naturaleza. "El átomo es el ladrillo con el que se construye el universo organizado"; pero añade:

---

5. *Ibid.*, pp. 76-77.

> "Sin embargo, en el nivel de las partículas constitutivas del átomo todo es indistinción y confusión; la partícula no tiene identidad lógica; oscila entre elemento y evento, orden y desorden. Si consideramos el universo a escala microfísica, éste ya no es más que un 'hervidero de electrones, de protones, de fotones, todos seres con propiedades mal definidas en perpetua interacción' (Thom)"[6].

Sin duda, nuestro conocimiento de las entidades microfísicas es parcial, y no poseemos un modelo único y coherente para representarlas. Pero no puede concluirse que el mundo subatómico sea caótico y desordenado. En el acelerador de partículas del CERN de Ginebra se producen haces de muchos millones de electrones que dan millones de vueltas por segundo al anillo de unos 30 kilómetros de circunferencia, y colisionan con haces semejantes de positrones que circulan en dirección contraria; las colisiones se detectan en cuatro zonas especiales equipadas con detectores ultra-sofisticados, se analizan los datos a través de un gran complejo de ordenadores, y por medio de esos datos se comprueban con gran exactitud las predicciones teóricas. No parece irrelevante que se conceda el premio Nobel a investigaciones de ese tipo. Sin duda, la situación en su conjunto es complicada y da lugar a consideraciones epistemológicas nada triviales. Pero parece exagerado afirmar que el mundo de las partículas subatómicas es un mundo caótico, y más todavía extraer de esa afirmación conclusiones filosóficas de gran alcance.

La perspectiva de Morin contiene una parte de verdad, que coincide con lo que hemos subrayado en nuestras reflexiones anteriores: que los aspectos estables de la naturaleza son el resultado de equilibrios dinámicos. Esto supone, tal como Morin lo subraya en su obra, un cambio

---

6. *Ibid.*, p. 78.

con respecto a la perspectiva analítica que prevaleció en la época moderna. Morin describe esa perspectiva en los siguientes términos:

> "La reducción y la simplificación, necesarias para los análisis, se han convertido en los motores fundamentales de la investigación y de la explicación, ocultando todo lo que no era simplificable, es decir, todo lo que es desorden y organización. El principio de simplificación ha reinado sobre el universo. Las cosas, totalmente y por principio, han sido aisladas de su entorno y de su observador, privados el uno y el otro de toda existencia, que sería perturbadora. La concordancia de las observaciones eliminó al observador, y el aislamiento experimental eliminó el entorno perturbador. Las cosas se hicieron objetivas: objetos inertes, inmóviles, inorganizados, *cuerpos* siempre enmudecidos por leyes exteriores. Tales objetos, privados de formas, de organización, de singularidad, son terriblemente irreales en este grado de abstracción; pero han sido apresados por la medición y la experiencia y esta acción es terriblemente real"[7].

Ya hemos aludido a los límites de esa perspectiva analítica, que se encuentra superada en parte gracias a los progresos de la ciencia en la actualidad. Se trata de una perspectiva que requiere *correcciones* en cuanto *cosmovisión* y *complementos* en cuanto *metodología*. Pero se llegaría a una perspectiva igualmente equivocada si se afirmase que el desorden propiamente dicho es la fuente de donde surge el orden.

Existen factores aleatorios en los procesos naturales. La complejidad de los factores que intervienen en la mayoría de los procesos basta para advertirlo. Las coincidencias de los dinamismos particulares no son una consecuencia necesaria de ninguno de ellos. En este sentido, la existencia y la relevancia de factores aleatorios es indudable. Pero *esto nada tiene que ver con la asignación de una causalidad*

---

7. *Ibid.*, p. 412.

propiamente dicha al desorden o al azar. Que unos determinados efectos sean producidos por choques entre millones de partículas en continua agitación no equivale a desorden ni a azar, a menos que se afirme que esos choques y sus efectos no siguen ninguna pauta natural: pero la ciencia muestra todo lo contrario.

Es posible que el indeterminismo cuántico no se deba solamente a los límites de nuestro conocimiento, sino que corresponda a características reales del mundo microfísico. Se trata de un problema difícil que sigue siendo objeto de discusiones en la actualidad. Pero, aun suponiendo que así fuese, lo que quedaría afectado es el determinismo clásico. El puro desorden, el caos propiamente dicho, no encuentran apoyo ni en las ciencias ni en ningún otro lugar. Los progresos actuales acerca de las *transiciones del desorden al orden* se refieren a un orden y a un desorden relativos, que se definen en cada caso en relación con criterios particulares.

Si se centra la atención sólo en las causas naturales de los fenómenos, puede afirmarse que no sólo existen factores aleatorios, sino que existen en abundancia y contribuyen en gran medida a la producción del orden que observamos en la naturaleza. Pero esto nada tiene que ver con otorgar al desorden o al caos en sentido propio una función causal. Incluso es posible pensar que el desorden es consecuencia de un exceso de orden, que tiene lugar cuando existen demasiados órdenes que se imponen a un conjunto de entidades o cuando varios tipos diferentes de orden concurren en un mismo proceso[8].

---

8. Cfr. P. WEISS, *Some Paradoxes Relating to Order*, en: P. G. KUNTZ (editor), *The Concept of Order*, The University of Washington Press, Seattle-London 1968, p. 16.

Por consiguiente, afirmar la existencia del orden en la naturaleza no equivale a afirmar que ese orden sea un simple conjunto unitario de entidades y procesos. En la naturaleza existen muchos aspectos que compiten entre sí. Pero en cada uno de esos aspectos existen tipos particulares de orden, y la confluencia de diferentes dinamismos produce nuevos tipos de orden.

3.2. *Orden y selectividad*

Se puede afirmar que el orden natural es selectivo en cuatro sentidos.

El orden se relaciona con la selectividad en un *primer sentido* porque, como ya se ha señalado, cualquier tipo de orden implica la negación de otros posibles estados de orden. Bajo este punto de vista, todas las estructuras y todos los procesos naturales tienen un carácter selectivo.

Además, en un *segundo sentido*, algunas leyes poseen un carácter propiamente selectivo, porque expresan, por así decirlo, prohibiciones. Existen leyes selectivas de este tipo desde los niveles ínfimos de la naturaleza; el principio de exclusión de Pauli es un caso especialmente importante, porque condiciona la constitución del orden estructural en los átomos y, por tanto, de toda la materia.

En la actualidad se alude con frecuencia a un *tercer sentido* de la selectividad, diferente de los dos anteriores, que consiste en afirmar que la selectividad, identificada con la *selección natural*, es una causa, e incluso la causa principal, del orden de la naturaleza. Se le atribuye una eficacia ordenadora que bastaría para explicar el orden

natural, incluso el de las organizaciones más sofisticadas. Esta idea se desarrolló originalmente en el contexto biológico del darwinismo, pero se ha extendido a todos los niveles de la naturaleza, también a los niveles físico y químico. La formación del orden y de la organización, desde los núcleos de los átomos hasta las estrellas y el organismo humano, serían, de acuerdo con esta perspectiva, el resultado de la combinación de dos factores fundamentales: las *variaciones aleatorias* que se producirían en las entidades ya existentes, y la *selección por supervivencia* de las variaciones que implicasen mejores *condiciones adaptativas*.

Ese esquema es utilizado para explicar los fenómenos más diversos. Por ejemplo, Günter Wächterhäuser lo ha utilizado para explicar el origen de la percepción visual. De acuerdo con Wächterhäuser, la percepción visual habría surgido, en el curso de la evolución, como resultado de la búsqueda de nutrición: algunas entidades primitivas capaces de moverse a sí mismas y dotadas de pigmentos sensibles a la luz se alimentarían energéticamente de luz, y habrían emprendido una búsqueda de la luz cuyo resultado habría sido la formación de órganos que posibilitarían la visión[9]. Este problema tiene una especial importancia porque la percepción visual ocupa un lugar fundamental en la naturaleza y, según la perspectiva evolucionista, los ojos se habrían formado varias veces, en animales diferentes, en el curso de la evolución; por tanto, si se consiguiera explicar cómo pudieron formarse por vez primera, se dispondría de

9. Cfr. G. WÄCHTERHÄUSER, *Light and Life : On the Nutritional Origins of Sensory Perception*, en: G. RADNITZKY~W. W. BARTLEY, III (editores), *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the Sociology of Knowledge*, Open Court, La Salle (Illinois) 1988, pp. 121-138.

una base para explicar cómo se habría podido transmitir de unos animales a otros la información genética necesaria para la formación de los ojos en diferentes organismos: los animales dotados de visión gozarían de una indudable ventaja adaptativa que les habría permitido sobrevivir y transmitir a sus descendientes la ventaja adquirida.

Es inevitable que la búsqueda de tales explicaciones se encuentre mezclada con hipótesis altamente conjeturales. Es difícil llegar, en este terreno, a conclusiones ciertas. Sin embargo, no existen obstáculos de principio para admitir que esas explicaciones sean posibles. Al fin y al cabo, las características naturales de los vivientes superiores actuales se forman a partir de la información contenida en una sola célula que, en sí misma, no contiene nada que haga pensar en ojos ni en cerebros.

Los problemas surgen cuando se piensa en la selección natural como una *causa positiva* del orden (o mejor, en el caso de los vivientes, de la organización). En efecto, la *selección* natural sólo puede ser un *factor negativo*, que consiste en la *eliminación* de los seres menos adaptados y la consiguiente superviviencia de los mejor adaptados. Pero esto no explica en modo alguno cómo han surgido *positivamente* los aspectos que significan una ventaja selectiva. Es posible que unos seres primitivos se hayan movido en busca de luz; en la vida ordinaria observamos un fenómeno semejante en los girasoles, y las raíces de algunos árboles avanzan en algunas ocasiones buscando agua con una fuerza tal que arrasan lo que encuentran a su paso, aunque se trate de muros de cemento. Es posible que este tipo de fenómenos intervenga en la producción de nuevos órganos y de nueva información genética. Sin embargo, esos fenómenos responden a causas que, en sí mismas, nada tienen que ver con la posterior selección natural.

Richard Dawkins ha articulado una enérgica defensa de la selección natural como *mecanismo productor de la organización biológica*. Dawkins acumula argumentos para mostrar que la complejidad enormemente sofisticada que se encuentra en los vivientes ha surgido por obra de la selección natural. Afronta las dificultades, llevándolas hasta el extremo. Por ejemplo, examina con detalle el *radar* de los murciélagos, cuyo funcionamiento detallado se conoce bastante bien en la actualidad; se trata de uno de los casos en los que parecería inevitable admitir la existencia de un diseñador. Sin embargo, Dawkins afirma una y otra vez que no existe tal diseño. La selección natural bastaría para explicar el origen de todas las maravillas de la naturaleza:

> "La selección natural, el proceso automático, ciego e inconsciente que descubrió Darwin, y que ahora sabemos que es la explicación de la existencia y forma de todo tipo de vida con un propósito aparente, no tiene ninguna finalidad en mente. No tiene mente ni imaginación. No planifica el futuro. No tiene ninguna visión, ni previsión, ni vista. Si puede decirse que cumple una función de relojero en la naturaleza, ésta es la de relojero ciego...; el «diseñador» es la selección natural inconsciente, el relojero ciego...; nuestra hipótesis actual es que el trabajo fue hecho por la selección natural, en estadios evolutivos graduales"[10].

Es obvio que el objetivo de Dawkins, tal como él mismo lo afirma repetidamente, consiste en suprimir la idea de que existe un plan superior que explica la naturaleza. Nos referiremos a este problema más adelante. Por el momento, nos limitamos a señalar que, si bien la selección natural puede desempeñar una cierta función en la formación del orden de la naturaleza, no se la puede considerar como la causa propia de ese orden.

---

10. R. DAWKINS, *El relojero ciego*, Labor, Barcelona 1988, pp. 4, 27 y 28.

Dawkins afirma que, en este terreno, algunas confusiones provienen de

> "la familiar y, tengo que decirlo, bastante irritante confusión de la selección natural con el «azar». La mutación es azar; pero la selección natural es lo contrario del azar"[11].

Esta observación es importante, pero no despeja todos los problemas. Por supuesto, cualquier selección consiste en dejar pasar a una parte de los candidatos y cerrar las puertas a otros y, en ese sentido, produce una situación más ordenada. Sin embargo, para poder seleccionar unos candidatos, es necesario que existan previamente. Es imposible que se seleccionen unas *propiedades positivas* si no se han producido con anterioridad.

Podría responderse que las propiedades existen en unos seres que han llegado a sobrevivir gracias a una selección previa. Es posible que así sea, pero esto no soluciona el problema: siguen siendo necesarias unas causas que produzcan todas las propiedades en todos los niveles. En cualquier caso y en cualquier fase de la selección, las propiedades deben producirse mediante *causas propias*. Los ojos, el cerebro, el radar de los murciélagos y la información genética son el resultado de *causas positivas*, no de la selección.

La selección natural se encuentra en la línea de lo que Aristóteles denominaba causas *accidentales*, en oposición a las causas *naturales*. Las causas accidentales existen, son reales, pero poseen una realidad muy peculiar desde el punto de vista causal: los efectos accidentales se deben a la concurrencia accidental de causas *propias* o *naturales* que responden a la naturaleza de las cosas y explican la producción de los resultados positivos. No existirían efectos

---

11. *Ibid.*, p. 30.

accidentales si no existieran causas naturales propias. Y la confluencia accidental de causas propias, aun siendo algo real, no ejerce una causalidad diferente o sobreañadida a la de las causas propias: los efectos resultan de la confluencia de dinamismos causales en sentido propio.

Podría decirse que esa causalidad propia existe: *las mutaciones genéticas* son la causa de la variación, y la selección, junto con las mutaciones *al azar*, bastaría para explicar la evolución de los vivientes. Esta explicación puede resultar plausible, pero no equivale a afirmar que la selección sea la causa del orden, y tampoco significa que no exista una finalidad natural. De acuerdo con esa explicación, la causa de las nuevas organizaciones serían unas mutaciones genéticas que resultarían compatibles con las instrucciones genéticas ya existentes e incluso las mejorarían; por tanto, la función de la selección natural consistiría solamente en dejar libre un camino preferencial para los nuevos organismos. Pero el origen de los nuevos organismos no tendría nada que ver con el azar ni con fuerzas ciegas, ya que respondería a interacciones muy sutiles y precisas en el nivel de la información genética.

En este contexto, afirmar que la evolución resulta de mutaciones que suceden *al azar*, es una fuente de equívocos. Aunque se produzcan miles o millones de mutaciones diferentes mediante procesos más o menos aleatorios, sólo resultarán viables unas pocas, concretamente aquellas que puedan integrarse funcionalmente dentro de un programa muy complejo que ya está actuando.

En último término, la combinación de mutaciones y selección podría explicar algunos aspectos de la producción de los vivientes, pero resulta insuficiente como explicación total, ya que no da razón de los aspectos holísticos, direccionales y cooperativos, que son condiciones de posibilidad

de la evolución. Más adelante examinaremos otros aspectos del problema.

La pretensión de explicar la organización de los vivientes mediante fuerzas ciegas parece responder a un prejuicio anti-teológico según el cual las fuerzas naturales y la acción divina se encontrarían en el mismo nivel, de tal manera que la intervención de fuerzas naturales excluiría la acción divina. Esta perspectiva equivale a afirmar que la naturaleza es completamente auto-suficiente: esto no puede apoyarse en las ciencias (a menos que se adopte un cientificismo miope y contradictorio), y está lleno de dificultades desde el punto de vista filosófico.

Dawkins subraya que su tesis se limita al nivel biológico, y que por tanto, si se desea extenderla a todo el universo, es necesario complementarla con un examen del nivel físico-químico. Acerca de este problema remite a los físicos; o mejor dicho, a un físico, Peter Atkins[12]. En efecto, Atkins defiende que es posible explicar el origen del universo sin necesidad de recurrir a una intervención divina; en otras palabras, podría hablarse de una *auto-creación* del universo.

La posibilidad de la auto-creación del universo ha sido defendida por Atkins, Paul Davies y Quentin Smith[13]. Más adelante, cuando abordemos expresamente los problemas metafísicos que plantea el estudio de la naturaleza, examinaremos los aspectos básicos de esa tesis. Por el momento nos limitaremos a señalar que, para defenderla, hay que

---

12. Cfr. *ibid.*, p. 11.

13. Cfr. P. W. ATKINS, *La creación*, Labor, Barcelona 1983; P. DAVIES, *God and the New Physics*, Dent, London 1983; Q. SMITH, *The Uncaused Beginning of the Universe*, Philosophy of Science, 55 (1988), pp. 39-57.

extrapolar los conocimientos de la física más allá de su ámbito propio.

En efecto, el método propio de la física sólo permite estudiar el origen de unos estados físicos a partir de otros estados igualmente físicos. La creación en sentido estricto, como producción a partir de la nada, no puede ser estudiada mediante los conceptos de la física. Se trata de un problema estrictamente metafísico.

Como es lógico, las extrapolaciones injustificadas, que resultan necesarias para afirmar la auto-creación física del universo, conducen a un uso ilegítimo de conceptos científicos. Se afirma, apelando a la teoría de la gravedad cuántica, que pueden producirse estructuras espacio-temporales a partir de la nada; se continúa afirmando que, sobre esa base, mediante fluctuaciones en el vacío cuántico, puede explicarse la producción de partículas; y se añade que, en el mundo cuántico, es posible que existan sucesos sin causa. Cada uno de estos pasos incluye extrapolaciones indebidas de conceptos físicos, las cuales se utilizan para sostener afirmaciones ontológicas; el resultado es que se llega a conclusiones ilegítimas[14].

Por fin, en un cuarto sentido, la selectividad de la naturaleza se manifiesta en el carácter *restrictivo* del orden: una vez que existe un determinado tipo de orden, las posibilidades de la naturaleza quedan limitadas a los cauces abiertos por ese orden concreto. Esta situación puede

---

14. He examinado la tesis de la auto-creación del universo en: M. ARTIGAS, *Física y creación: el origen del universo*, Scripta Theologica, 19 (1987), pp. 347-373; *Filosofía de la naturaleza*, 2ª edición, cit., pp. 321-340; *Explicación física y autocreación del universo*, en: AA. VV., *El hombre: inmanencia y trascendencia*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra, Pamplona 1991, pp. 109-129.

contemplarse bajo un aspecto positivo y bajo uno negativo. Si se contempla la naturaleza desde el punto de vista evolucionista, las sucesivas morfogénesis se encuentran condicionadas por los estadios anteriores. Por ejemplo, una vez que se han formado los átomos primitivos (los átomos de los elementos ligeros: hidrógeno, helio, etc.), se formarán otros átomos de acuerdo con las posibilidades permitidas por los átomos primitivos, y no de otro modo; y algo semejante sucede con cualquier estado concreto de la naturaleza.

En el aspecto negativo, esto significa que el desarrollo de unas formas naturales y de unas condiciones concretas cierra, en cierto modo, el camino para el desarrollo de otras. En el aspecto positivo, cada nuevo estado de la naturaleza abre nuevas posibilidades que no existían anteriormente.

3.3. *La singularidad del orden natural*

Ante la experiencia ordinaria, el orden de la naturaleza es enormemente *específico*. El progreso científico conduce a un conocimiento mucho más sorprendente y preciso de ese carácter específico del orden.

Algo puede considerarse *específico*, en un sentido amplio, cuando se refiere a una especie o tipo determinado de entidades. En este sentido, todo lo que existe es específico, ya que tiene un modo de ser definido. Un problema más interesante surge cuando nos preguntamos si la naturaleza es específica en un sentido más restringido, que significa algo muy *singular*, que tiene un carácter *excepcional*.

Para responder a este interrogante, es necesario examinar los diferentes tipos de orden. La naturaleza es muy compleja, tanto en su composición como en su organización, y no existe una respuesta única para todos los aspectos posibles del orden natural. A continuación nos referiremos a los casos concretos, que se refieren a los niveles fundamentales de la naturaleza.

En el *nivel astrofísico*, el funcionamiento de las estrellas responde a un mismo tipo de procesos: las reacciones termonucleares de fusión, en las que (simplificando el esquema) se unen núcleos de hidrógeno para formar núcleos de helio. El esquema básico es el mismo en todas las estrellas. Su magnitud, estratificación y otros procesos dependen de las condiciones de cada caso, pero responden también a unas mismas leyes físico-químicas. Por tanto, el comportamiento de la casi totalidad de la materia del universo, que se concentra en las estrellas, sigue un orden que nada tiene de singular; más bien se reproducen unos mismos tipos de procesos en muchos miles de millones de estrellas. La distribución de las estrellas en galaxias responde también a principios simples, ya que depende fundamentalmente de las fuerzas gravitacionales; y lo mismo sucede con la distribución de las galaxias.

En el *nivel geológico* existe un orden mucho más singular, al menos de acuerdo con nuestros conocimientos actuales. No conocemos ningún otro planeta que tenga características semejantes a las de la Tierra. Esto no significa que no existan; incluso si existieran muchos planetas semejantes, sería difícil detectarlos, puesto se encontrarían a grandes distancias de nosotros y, al carecer de luz propia, sólo podrían ser detectados mediante cálculos astrofísicos muy complicados. Por consiguiente, en este terreno podemos hablar de un orden muy singular: por el momento,

único. Sin embargo, la existencia de otros planetas semejantes no supondría ninguna sorpresa desde el punto de vista de las leyes científicas. La singularidad de la Tierra se refiere a que en ella se dan unas condiciones muy ajustadas que hacen posible el desarrollo de los vivientes; bastarían pequeños cambios en alguna de esas condiciones para que la vida, tal como la conocemos, resultase inviable.

El *nivel biológico* es todavía más singular. En este caso, la singularidad no se refiere a los individuos, ya que existen muchos en cada especie de vivientes, sino a la existencia misma de la vida. Una sola célula es algo mucho más complejo y organizado que cualquier entidad del nivel físico-químico, y los organismos más desarrollados son, con mucho, las entidades más complejas de nuestro universo. Uno de los problemas mayores de las teorías evolucionistas es la explicación del origen de la vida a partir del nivel físico-químico; aunque se han elaborado diferentes teorías, ninguna resulta plenamente satisfactoria.

Los organismos vivientes poseen una organización muy sofisticada construida a partir de unos pocos componentes básicos. En este nivel se da una triple singularidad. En primer lugar, la que es propia del entorno que hace posible la vida (la Tierra y sus condiciones específicas). En segundo lugar, la propia de cualquier organismo biológico. Y en tercer lugar, la que corresponde a un determinado tipo de vivientes. En el caso del hombre, la singularidad llega a ser enorme. La vida humana sólo es posible dentro de un ámbito muy estrecho de condiciones, y el organismo humano tiene un carácter enormemente singular. Sin embargo, las leyes que se encuentran en la base de la vida no son demasiado complejas.

En efecto, los *niveles físico y químico*, que se encuentran en la base de los otros niveles, responden a leyes

relativamente simples. Es mucho lo que no conocemos todavía, pero también es mucho lo que conocemos, y puede afirmarse que los procesos físicos y químicos se realizan de acuerdo con pautas bastante simples. Existen menos de cien tipos básicos de átomos, y las combinaciones de átomos que son necesarias para la existencia de los niveles astrofísico, geológico y biológico tampoco son especialmente singulares. La estructura del átomo sigue también un esquema simple, que permite comprender cómo se forman los átomos más pesados a partir de los más ligeros: unos pocos tipos de átomos ligeros bastan para que se produzcan los demás átomos, y a partir de ahí no existen grandes dificultades para explicar la formación de los compuestos químicos.

La conclusión de este breve recorrido puede resultar sorprendente. En efecto, podemos concluir que nuestro mundo es muy simple en cuanto a su composición y leyes básicas, muy repetitivo en las macro-entidades del nivel astrofísico, muy singular por lo que se refiere a nuestro hábitat inmediato, y enormemente sofisticado en la organización de los vivientes y, especialmente, del hombre. Por tanto, en nuestro mundo coexisten unos aspectos básicos relativamente simples y unos resultados enormemente singulares.

Desde luego, lo que en este contexto entendamos por singular, depende de otros factores. Podrían existir otros universos regidos por leyes diferentes; otros universos que básicamente poseyeran las mismas leyes pero cuyo desarrollo concreto hubiera provocado resultados muy diferentes de los que conocemos; otros universos semejantes o idénticos al nuestro. Sólo un conocimiento de estas posibilidades permitiría formular conclusiones definitivas acerca de la singularidad de nuestro universo.

Sin embargo, en un sentido preciso podemos afirmar que nuestro universo es muy singular. Lo es, porque sus componentes y leyes fundamentales son, por una parte, relativamente simples, y por otra, hacen posible la construcción de unos resultados enormemente variados, organizados y cooperativos. Por decirlo en pocas palabras, parece que no se puede hacer más con menos esfuerzo. Incluso suponiendo que no existan otros seres inteligentes en todo el universo, y suponiendo que las condiciones que hacen posible nuestra vida sean el resultado de procesos evolutivos, la existencia de miles de millones de galaxias y estrellas sería un gasto muy sencillo y bajo, e incluso quizás imprescindible, para que se pudieran haber dado todos los procesos necesarios para nuestra existencia.

Se ha llegado a especular con la posibilidad de que nuestro universo sea el único posible. Quienes se inclinan por esa posibilidad, sostienen que las leyes físicas fundamentales que sirven como armazón para nuestro universo podrían ser las únicas teóricamente posibles. Sin embargo, estas especulaciones sobrepasan los límites de nuestro conocimiento. Haría falta poseer un conocimiento muy superior al nuestro para poder sostener esa tesis. Además, nuestro conocimiento siempre se apoya en el universo real en el que vivimos: para comprobar la validez de las teorías científicas, es indispensable recurrir a la experimentación; por consiguiente, el universo siempre nos aparecerá como poseyendo un carácter *contingente*. En cualquier caso, la existencia misma del universo tiene un carácter contingente; si se admitiese su existencia necesaria, sería necesario también afirmar un panteísmo que, además de carecer de base, resulta en último término contradictorio, ya que hace necesario adjudicar al universo características divinas que, evidentemente, no posee. En esta línea, una vez que se

admite la existencia de una causa trascendente al universo, resulta ilógico afirmar que nuestro universo sea el único posible de modo absoluto.

En ocasiones se afirma que, dadas las leyes básicas de nuestro universo, tarde o temprano se habrían producido, por un camino u otro, los resultados que conocemos. Esta posibilidad no puede ser descartada. Pero de ella pueden extraerse conclusiones diferentes. Por una parte, parecería que el orden natural que conocemos no tiene nada de singular, ya que sería un resultado casi necesario de las características básicas del universo. Pero, desde otro punto de vista, un universo cuyas leyes básicas conduzcan casi inevitablemente al orden natural que conocemos, sería un universo enormemente singular. Quizás la singularidad mayor del universo consista en que su enorme complejidad responde a unos principios básicos extremadamente simples.

3.4. *Orden y jerarquía en la naturaleza*

Si bien el orden se define siempre de acuerdo con alguna referencia, la elección de la referencia no siempre es convencional. Esto se aplica de un modo especial cuando consideramos la naturaleza desde el punto de vista de la jerarquía de las entidades que la componen.

En efecto, existe una evidente jerarquía entre los niveles físico, químico y biológico. En el nivel biológico existe una organización muy superior a la propia de los otros niveles. Y dentro del nivel biológico, existe una nueva jerarquía que culmina en el hombre.

Ante la experiencia ordinaria, parece claro que el hombre es el centro del universo. Todo sugiere que el resto del universo existe en función del hombre. Sin embargo, esta idea ha sido criticada en nombre del progreso científico, como si fuera propia de una mentalidad primitiva que habría sido superada por los conocimientos proporcionados por las ciencias. Los factores decisivos de este cambio habrían sido dos. El primero se refiere al universo: la Tierra no es, como se afirmaba en la antigüedad, el centro del universo, sino un planeta sumergido en la inmensidad del universo. El segundo provendría de las teorías evolucionistas, según las cuales el hombre sería un animal más entre otros, un resultado de las leyes naturales a través del proceso de la evolución biológica.

Sin embargo, es fácil exagerar el alcance de esos dos factores. Desde el punto de vista histórico, han dado lugar a controversias que, por lo general, no tienen gran importancia objetiva. En la actualidad es fácil advertir que el primer factor, que se refiere al lugar de la Tierra, es irrelevante para juzgar la posición del hombre en el universo (a no ser que se intente determinar sólo su localización física). El segundo factor, que se refiere al evolucionismo, tampoco tiene demasiada importancia si se admite que, sea cual sea el origen de su organismo, el hombre posee unas características que le sitúan totalmente por encima del resto del universo. El progreso científico es una de las pruebas más contundentes al respecto.

En este sentido, existe un orden absoluto en el universo, que es el orden jerárquico. El hombre se encuentra por encima del resto del universo. Es el único ser natural que se eleva esencialmente por encima de la naturaleza, a través de su conocimiento intelectual, de su voluntad y de su libertad. Nos referiremos con mayor detenimiento a las

relaciones entre el hombre y la naturaleza más adelante, pero ya ahora puede advertirse que, si se tienen en cuenta los valores propios del ámbito humano, encontramos un tipo de orden que ya no es relativo. Sin embargo, ese orden se fundamenta sobre una jerarquía que trasciende el nivel estrictamente natural: precisamente por este motivo incluye aspectos absolutos.

4. La explicación del orden natural

La explicación del orden natural es una motivación básica tanto de la investigación científica como de la filosofía natural. Las ciencias buscan explicaciones que permitan comprender cómo surgen las formas concretas del orden a partir de otros estados mediante leyes. La filosofía se pregunta sobre el significado del orden y busca su explicación radical.

Nos referimos, a continuación, a algunas perspectivas que han puesto de relieve factores que tienen especial importancia para la explicación del orden natural. Nos limitamos a breves alusiones que preparan el camino para nuestra ulterior reflexión acerca de este problema.

4.1. *La explicación del orden según los presocráticos*

En una época en la que prácticamente sólo se disponía de los conocimientos proporcionados por la experiencia ordinaria, los presocráticos formularon algunas intuiciones

importantes acerca de la explicación del orden natural. Entre ellas destacan la *unidad de composición* de la materia, la *organización unitaria* del cosmos, el *dinamismo* de las entidades naturales, y la *direccionalidad* de la actividad natural.

La reflexión de los jonios se centró, en buena medida, en torno a la determinación de *los componentes básicos de la materia*. Esta línea de investigación ha sido uno de los principales motores del progreso científico en la época moderna y constituye un aspecto fundamental para explicar el orden. En efecto, la enorme variedad de los fenómenos naturales queda explicada, en buena parte, cuando se determina la existencia de unos mismos componentes básicos que dan razón de la multiplicidad de los fenómenos. Las explicaciones propuestas por los presocráticos pueden parecer demasiado simplistas, pero fueron un paso importante hacia el reconocimiento de que existe una unidad básica de composición en todas las cosas.

Junto con la idea de una unidad subyacente, encontramos en los presocráticos la idea de una *estructuración* en la que se armoniza la coexistencia de la unidad básica y de la multiplicidad. Anaximandro parece haber dado por vez primera con la idea de un cosmos estructurado legalmente. Wilhelm Capelle, apoyándose en Hermann Diels y Werner Jaeger, atribuye a Anaximandro la prioridad en la concepción sistemática del Cosmos, afirmando que

> "usa por primera vez y en un sentido completamente nuevo esta palabra... que se ha convertido en un concepto fundamental de la filosofía griega y, por supuesto, del hombre occidental"[15].

---

15. W. CAPELLE, *Historia de la filosofía griega*, Gredos, Madrid 1972, p. 26.

No se trataba sólo de ideas teóricas, puesto que Anaximandro propuso explicaciones concretas que incluían relaciones matemáticas. Por todo ello, Capelle afirma que

> "Anaximandro ha sido el primer hombre que reconoció en una única y gran interdependencia todo el mundo visible, desde las profundidades de la tierra hasta las estrellas, en la cual se patentizaba un orden sistemático que impera sobre todo. El ha aplicado por primera vez esta palabra Cosmos a todo el Universo. Anaximandro reconoció también que el todo está regido por una ley poderosa... un enorme sistema, como tal vez diría un hombre moderno, o mejor dicho, un enorme organismo..."[16].

Una importancia semejante puede atribuirse a Heráclito en esa línea de pensamiento. Afirmó la existencia de una coherencia subyacente a todas las cosas, tal como viene expresado en su afirmación del Logos: todo sucede de acuerdo con el Logos, afirma Heráclito[17], y el Logos se encuentra relacionado con las nociones de medida y proporción.

Los presocráticos afirmaron el *dinamismo* de la materia. Si se exceptúan Leucipo y Demócrito, las ideas de los presocráticos se encuentran muy alejadas de la idea de materia que prevaleció cuando, dos mil años más tarde, la física naciente parecía entrelazarse con una concepción mecanicista. Por eso afirma Capelle que

> "el concepto de «materia» tal como nosotros lo concebimos fue totalmente desconocido tanto para Tales como para sus sucesores. Más bien forman materia y fuerza, para los antiguos jonios, una unidad indivisible; de ahí que Tales haya atribuido un alma a la piedra de imán y al ámbar y llegase a afirmar «que

16. *Ibid.*, p. 27.

17. La frase γινομένων γὰρ πάντων κατὰ τὸν λόγον se encuentra en un pasaje de Sexto Empírico: cfr. G. S. KIRK~J. E. RAVEN, *The Presocratic Philosophers*, Cambridge University Press, Cambridge 1964, p. 187.

> todo estaba lleno de dioses». Lo que nosotros llamamos materia les parece a estos antiguos pensadores animada por sí misma; por eso se les ha llamado también Hilozoístas, porque opinaban, en un ingenuo antropomorfismo, que la materia (ὕλη) era viviente"[18].

Jaeger subraya que la única sentencia de Tales que parece haber llegado hasta nosotros en su tenor literal es πάντα πλήρη θεῶν (todo está lleno de dioses). Platón la cita como si fuera la quintaesencia misma de toda filosofía. Parece significar que todo está lleno de misteriosas fuerzas vivas; no existe una distinción básica entre la naturaleza animada y la inanimada: todo tiene un alma. Ideas semejantes se atribuyen a Heráclito; se cuenta que, estando al lado del hogar de su casa calentándose, advirtió que unos visitantes vacilaban en entrar, y les dijo: «Entrad. También aquí hay dioses». Aunque las palabras de Heráclito pueden referirse a la naturaleza divina del fuego, parecen una aplicación del pensamiento de Tales a esa situación[19]. El carácter dinámico de la materia, puesto de relieve por los presocráticos, fue acentuado por Heráclito. Su mensaje central, junto con la afirmación del Logos, parece ser que todo, incluso lo aparentemente estable, está sujeto a cambio[20].

El hilozoísmo de los presocráticos puede parecer demasiado primitivo. Pero apunta hacia una idea dinámica de la materia que, después del paréntesis mecanicista, se encuentra resaltada en la cosmovisión actual.

Por otra parte, en los presocráticos se encuentra afirmada la *direccionalidad* de la naturaleza, que se relaciona

---

18. W. CAPELLE, *o.c.*, p. 25.

19. Cfr. W. JAEGER, *La teología de los primeros filósofos griegos*, Fondo de cultura económica, México 1952, pp. 27-28.

20. Cfr. KIRK-RAVEN, *o.c.*, p. 200.

con la *teología*. Sin duda, los presocráticos criticaron las ideas míticas que representaban la divinidad de manera demasiado antropomórfica. Pero esto no equivale a una negación de la divinidad y de la presencia de lo divino en la naturaleza. Por el contrario, la afirmación de la divinidad y de su relación con la naturaleza es una constante que atraviesa todo el pensamiento presocrático. Werner Jaeger ha puesto de manifiesto que el positivismo, en su afán de presentar a los presocráticos como precursores del pensamiento empírico moderno, ha minimizado el lugar central que en ellos ocupa la teología natural, tal como ya lo señalaron en la antigüedad autores como Cicerón y San Agustín, quienes no hacen más que repetir lo que encontraron en las fuentes griegas[21].

La presencia de lo divino en la naturaleza va de la mano con las *ideas teleológicas*. En Anaximandro se encuentra una importante referencia a la teleología, cuando afirmó que el principio indefinido (τὸ ἄπειρον) es el principio de las demás cosas, abarca y controla todo, y es divino e inmortal[22]. Las palabras clave son περιέχειν (envolver, rodear, contener) y κυβερνᾶν (control, dirección, gobierno), y ambas se refieren a algo concebido como divino. Jaeger concluye que "la explicación de la naturaleza que da Anaximandro es algo más que una simple explicación, es

---

21. Las «Gifford Lectures» impartidas por W. Jaeger en 1936 y recogidas en su obra *La teología de los primeros filósofos griegos*, ya citada, están dedicadas a mostrar la importancia de la teología natural en el pensamiento de los presocráticos, frente a la interpretación positivista de autores como Burnet y Gomperz.

22. La referencia a estas ideas de Anaximandro se encuentra en Aristóteles, *Física*, III, 4, 203 b 7 - 15. Puede verse un análisis detallado de ese texto en: KIRK-RAVEN, *o.c.*, p. 114.

la primera teodicea filosófica"[23]. Aristóteles, al referirse a estas ideas de Anaximandro, afirmó que eran las ideas de la mayoría de los físicos de la antigüedad.

Anaxímenes utilizó también el término περιέχει, en un contexto en el que hablaba del aire cósmico y del alma-respiración. Afirmó que, así como nuestra alma, siendo aire, nos sostiene y controla, así lo hace el viento (o la respiración), y el aire encierrra todo el mundo. Es incierta la interpretación de la analogía. Anaxímenes representa el primer caso conocido del uso del término πνεῦμα (espíritu), que después se hizo común, y es considerado como el precursor por excelencia de la doctrina estoica del «pneuma» que gobierna el mundo[24]. Según Jaeger, Anaxímenes "claramente siente que la divina naturaleza del «apeiron» debe encerrar el poder de pensar, indispensable para gobernar el universo"[25], de modo que sigue apoyando los derechos de la filosofía presocrática a que se la considere como teología natural.

La Mente (νοῦς) de Anaxágoras es un principio motor activo. Conoce todo, controla todo, pone orden en todo lo viviente, no está mezclado con nada aunque, a la vez, está en todo.

El pensamiento teleológico presocrático está representado principalmente por Diógenes de Apolonia, quien adaptó la Mente de Anaxágoras a su monismo, intentando mostrar cómo la substancia básica puede controlar los cambios naturales. Según Diógenes, todas las cosas son modificaciones de una substancia básica. Pero, influido por

---

23. W. JAEGER, *o.c.*, p. 41.
24. Cfr. W. CAPELLE, *o.c.*, p. 39.
25. W. JAEGER, *o.c.*, p. 42.

sus estudios fisiológicos, advirtió que el cambio biológico no puede provenir de la mera yuxtaposición de substancias totalmente diferentes, que no podrían interactuar.

Diógenes afirmó que la substancia básica contiene una inteligencia divina, que dirige todas las cosas hacia lo mejor; cada evento natural es debido directamente a la inteligencia de la forma pura de la substancia básica. El mundo y sus partes son dispuestos por una inteligencia divina en el mejor modo posible.

Según Diógenes, la inteligencia y la vida se deben al aire, que es por tanto la forma básica de la materia. El aire es divino y controla todas las cosas; toma diferentes formas según sus diferencias en calor, movimiento, etc. Los vivientes respiran aire, que es a la vez alma (principio de vida) e inteligencia; la vida deja al cuerpo cuando pierde la respiración. El aire es divino; dirige todo, inhiere en todas las cosas y las dispone, es eterno e inmortal. Por tanto, Diógenes reunió lo dicho por sus predecesores, especialmente Anaximandro, Heráclito y Anaxágoras[26].

Dejando aparte sus concreciones un tanto rudimentarias, estas ideas de los presocráticos apuntan hacia las dimensiones básicas de la explicación del orden natural: la composición de la materia, su dinamismo y estructuración, y la direccionalidad. Las investigaciones científicas y las reflexiones filosóficas de los siglos posteriores pueden ser consideradas como intentos de profundizar en esas dimensiones del orden.

---

26. Cfr. A. LAKS, *Diogène d'Apollonie*, Presses Universitaires de Lille, Lille 1983.

4.2. *Orden y causalidad en la filosofía aristotélica*

En el libro primero de la Metafísica, Aristóteles recapituló las investigaciones de los filósofos anteriores acerca de las causas y expuso su propia doctrina, que centra la explicación de la naturaleza en torno a cuatro grandes tipos de causalidad, que suelen denominarse (según una terminología que sólo en parte es aristotélica) causalidad material, formal, eficiente y final. Las dos primeras causas se refieren a la composición y esencia de los cuerpos, y las otras dos se refieren a su actividad.

Según Aristóteles, la fuente de la *inteligibilidad* de las entidades naturales se encuentra en su *forma* que, si bien responde de algún modo a las ideas platónicas, es inherente a las cosas y se refiere a su modo de ser propio, que es expresado mediante la definición. Por tanto, la explicación del orden remite básicamente a la explicación de las formas.

El *cambio* ocupa un lugar central en la filosofía aristotélica. El ser natural es un ser sujeto a cambios, que posee en sí mismo una *naturaleza* que es el principio interior del cambio. Los entes naturales nacen y perecen, se generan y se corrompen; en ese sentido podría pensarse en una generación y corrupción de las formas, pero propiamente las formas no cambian: lo que se genera y se corrompe son los entes que poseen determinadas formas.

En la perspectiva aristotélica, los individuos cambian, pero el repertorio de formas no cambia. *Las formas son siempre las mismas*, y por eso constituyen el aspecto necesario de la naturaleza, que permite la existencia de una ciencia de la naturaleza. La ciencia versa acerca de lo necesario, o sea, de las formas. Aristóteles afirma, además, la eternidad del universo. Por tanto, las formas han existido

siempre, no se plantea el problema de su origen. El universo no ha sido creado. El primer motor, acto puro, no es creador; su causalidad es la propia de la causa final, que mueve por atracción: más concretamente, los seres naturales imitan a su modo la perfección del primer motor, sobre todo mediante los ciclos de generación, que garantizan la conservación de las formas a través de la corrupción de los individuos.

Por tanto, la explicación aristotélica no se refiere al origen último del orden, o mejor dicho, da por supuesto que *el orden es eterno*. El orden natural se despliega a través de la *finalidad*. La actividad de los entes naturales es teleológica, se dirige hacia un fin que coincide con la *perfección* y el *bien*. El orden natural no puede provenir del azar, pues si bien el azar existe, se reduce a la confluencia accidental de causas propias que son las responsables de la existencia del orden. El universo es un cosmos jerarquizado en el cual, a la manera de un gran organismo, cada parte desempeña su función y coopera a la perfección total.

El cristianismo corrigió en parte la doctrina aristotélica, negando la eternidad del universo y añadiendo la afirmación de un Dios personal creador y, en consecuencia, la participación en el ser. Se añadió al aristotelismo una perspectiva metafísica según la cual el orden de la naturaleza tiene su fundamento último en la creación: la naturaleza responde al designio libre de Dios quien, por su amor y bondad, ha dado el ser a unas criaturas a las que gobierna con su providencia y que, en último término, están destinadas a hacer posible que el hombre exista y alcance el fin al que Dios le ha destinado. El hombre es el centro de la creación, y ha recibido de Dios la posibilidad y el mandato de colaborar en el perfeccionamiento de la naturaleza, mediante un trabajo que sirve para desarrollar las capacida-

des humanas y, en definitiva, para que el hombre glorifique a Dios y alcance su felicidad. Se trata de un desarrollo de la doctrina aristotélica de las cuatro causas, cuyo alcance resulta ampliado al incluir la causalidad divina que es, al mismo tiempo, eficiente, final y ejemplar.

La doctrina de las cautro causas proporciona un esquema básico muy apropiado para la explicación del orden natural. Sin duda, ese esquema no puede aplicarse sin más a los fenómenos naturales tal como lo hizo Aristóteles. Es preciso abandonar los aspectos ligados a una cosmovisión superada y añadir otros aspectos que han sido alcanzados mediante el progreso científico. Es necesario examinar, a la luz de los conocimientos actuales, la validez de las explicaciones particulares. Pero el esquema, en sus líneas maestras, incluye las dimensiones esenciales que permiten explicar el orden de la naturaleza. De hecho, las diferentes explicaciones que se han propuesto a lo largo de la historia y que se proponen en la actualidad, pueden englobarse dentro de los problemas a los que se refieren las cuatro causas aristotélicas.

4.3. *Orden y leyes*

El nacimiento sistemático de la ciencia experimental en el siglo XVII supuso una nueva perspectiva acerca del orden de la naturaleza. La existencia del orden era un supuesto básico de la nueva ciencia, que se centraba en la búsqueda de regularidades y leyes.

El concepto de ley natural ya existía en la antigüedad, pero en las manos de los pioneros de la nueva ciencia, las

leyes eran identificadas con relaciones constantes entre magnitudes que se expresaban con ayuda de las matemáticas. Se intentaba determinar un orden cuantitativo con la ayuda de la experimentación. El éxito de la nueva ciencia justificó y amplió la afirmación del orden natural, al mismo tiempo que sustituyó las preguntas acerca de las causas por preguntas acerca de factores científicos. En este contexto se comprende el sentido del *hypotheses non fingo* de Newton. No significaba, en modo alguno, que las hipótesis no desempeñaran ninguna función en la ciencia. Lo que Newton afirmó fue que la gravedad, cuya ley matemática él mismo había establecido, debía tener una causa, pero que desconocía cuál era esa causa y, a falta de pruebas rigurosas, consideraba obligado abstenerse de proponer una explicación más profunda acerca de la gravedad.

El planteamiento de la nueva ciencia significaba una renuncia a las explicaciones ontológicas y cualitativas propias de la física aristotélica. Los dos enfoques parecían oponerse, lo cual se explica si se tiene en cuenta el ambiente polémico en el que nació la nueva ciencia. Sin embargo, la oposición no es real. En la actualidad es fácil advertir que los dos enfoques son complementarios.

La ciencia matemática de la naturaleza permite conocer la existencia de entidades, propiedades y procesos que no son manifiestos ante la experiencia cotidiana. No estudia temáticamente las dimensiones ontológicas de la realidad, pero proporciona amplios conocimientos acerca de muchas de ellas. No examina de modo directo los problemas filosó-

ficos o teológicos, pero conduce a un conocimiento del orden natural que remite a esos problemas[27].

Kant pretendió fundamentar filosóficamente la física matemática newtoniana que, a sus ojos, se presentaba como una conquista definitiva: por vez primera en la historia, se disponía de una ciencia rigurosa, demostrativa, acerca de la naturaleza. Sus principios debían poseer un carácter universal y necesario. Pero, teniendo en cuenta que la experiencia no proporciona universalidad ni necesidad, Kant concluyó que los principios básicos de la ciencia eran puestos por el hombre.

En relación con esta perspectiva, Kant formuló una teoría del conocimiento según la cual no conocemos la realidad tal como es en sí misma, sino sólo a través de los esquemas que le imponemos. No conocemos, por tanto, el orden real de la naturaleza, sino tan sólo el orden que nosotros construimos para estudiarla.

Por ejemplo, las *analogías de la experiencia* reflejarían cómo unimos nuestras percepciones de modo que constituyan un conjunto coherente. Según la primera analogía, representamos todo cambio como un proceso en el cual *permanece* un objeto al cual denominamos *substancia*; Kant relaciona además esta idea con la cantidad de materia, de tal modo que su afirmación correspondería a la ley de conservación de la *masa*, formulada por la mecánica newtoniana. La segunda analogía relaciona la *sucesión* con la *causalidad*, y la tercera establece la existencia de una *interacción* recíproca entre las substancias que corresponde a la *simultaneidad*. En definitiva, se trata de conexiones temporales

---

27. Cfr. R. S. WESTFALL, *Newton and Order*, en: P. G. KUNTZ (editor), *The Concept of Order*, The University of Washington Press, Seattle and London 1968, pp. 77-88.

que nosotros establecemos entre los fenómenos, de tal manera que el orden de la naturaleza sería el resultado de la aplicación de las conexiones que nosotros establecemos cuando estudiamos la naturaleza[28].

Kant advirtió con razón que los conceptos de la física matemática son construcciones nuestras. Pero esto no impide que, a través de ellos, podamos conseguir un conocimiento auténtico acerca del orden natural.

En ocasiones se ha criticado la idea de *ley científica* como si respondiese a un prejuicio antropomórfico, que consistiría en adjudicar a la naturaleza unas leyes concebidas a semejanza de las leyes humanas[29]. Sin duda, para establecer el valor real de las leyes científicas es necesario un cuidadoso análisis epistemológico. Sin embargo, cuando las leyes científicas están bien comprobadas, expresan aspectos auténticos del orden natural real.

4.4. *La explicación evolucionista del orden*

Con frecuencia se interpretan las teorías evolucionistas como una explicación del orden natural, que resultaría de

---

28. Sobre las analogías de la experiencia de Kant y su relación con el tiempo, puede verse: B. C. van FRAASSEN, *Introducción a la filosofía del tiempo y del espacio*, Labor, Barcelona 1978, pp. 60-65.

29. Paul Amselek ha articulado una fuerte crítica a las leyes científicas en esa línea, llevando sus argumentos a un extremo que no parece reflejar el valor del conocimiento científico. Sus argumentos en contra del concepto de ley aplicado a las ciencias y a la naturaleza se encuentran en: P. AMSELEK, *Science et déterminisme*, cit., pp. 69-94.

la confluencia de mutaciones al azar y selección natural. Ya nos hemos referido a esta cuestión a propósito de la tesis de Dawkins acerca de la selección natural. Esa tesis es el resultado de un planteamiento general que se encuentra estrechamente relacionado con el tema que ahora nos ocupa.

En efecto, Dawkins se pregunta expresamente qué se entiende por *explicación*, y él mismo califica su respuesta como un *reduccionismo jerárquico*, que expone en los siguientes términos:

> "Comenzamos esta sección preguntando qué clase de explicación sobre las cosas complejas nos dejaría satisfechos. Hemos considerado la pregunta desde el punto de vista de su mecanismo: ¿cómo funcionan? Llegamos a la conclusión de que el comportamiento de una cosa compleja debería explicarse en términos de interacciones entre sus componentes, consideradas como peldaños sucesivos de un orden jerárquico. Otra cuesión es, sin embargo, cómo empezaron a existir las cosas complejas. Es la pregunta de la que se ocupa todo este libro, de forma que no haré aquí muchos más comentarios sobre ella. Sólo mencionaré que se aplica el mismo principio general que en la explicación del mecanismo... Explicaremos cómo se produjo su existencia a consecuencia de un proceso de transformaciones graduales, cumulativas, hechas paso a paso a partir de cosas más simples, desde objetos primitivos, lo suficientemente simples como para haber llegado a existir por puro azar"[30].

Dawkins expone en pocas palabras cuál es el tipo de respuesta que considera satisfactoria para explicar cómo funciona una máquina compleja o un organismo vivo:

> "Si deseamos comprender cómo funciona una máquina o un organismo vivo, observaremos sus componentes y preguntaremos cómo actúan entre sí. Si hay alguna cosa compleja que no entendamos aún, podremos llegar a comprenderla en términos de partes más simples que ya comprendamos".

---

30. R. DAWKINS, *o. c.*, pp. 10-11.

Dawkins añade que si un ingeniero, al proporcionar explicaciones de ese tipo,

> "comenzara a aburrirme diciéndome que el conjunto es mayor que la suma de las partes, le interrumpiría: «Eso no me importa, dígame sólo cómo *trabaja* »[31].

Evidentemente, esta posición es un *reduccionismo*, como el mismo Dawkins lo afirma. Que se trate de un reduccionismo *jerárquico* sólo expresa que se tiene en cuenta la existencia de una jerarquía de niveles de complejidad, y que se buscan explicaciones en términos de los componentes relevantes para cada tipo de problemas.

Hemos explicado anteriormente que el reduccionismo es inadecuado no sólo como ontología, sino también como metodología. Resulta insuficiente no sólo desde el punto de vista filosófico, sino incluso de la ciencia: la ciencia experimental no adopta una perspectiva filosófica, pero tampoco implica una perspectiva reduccionista. Cuando se interpretan las teorías evolucionistas no como intentos de explicación parcial, sino como explicaciones completas de la naturaleza, resulta inevitable adoptar posiciones reduccionistas que absolutizan la perspectiva analítica. Así como la *mecánica* es una rama rigurosa de la física y nada tiene que ver con el *mecanicismo* como ideología filosófica, las *teorías de la evolución* como hipótesis científicas nada tienen que ver con lo que podría denominarse *darwinismo ideológico* o, simplemente, *evolucionismo*.

El evolucionismo ideológico se encuentra estrechamente relacionado con el mecanicismo. Intenta explicar la naturaleza, en todas sus dimensiones, como el simple resultado de la interacción de componentes materiales. De ahí surge una idea del orden natural según la cual las dimen-

31. *Ibid.*, p. 9.

siones espirituales serían el simple resultado de interacciones materiales, y no existiría propiamente una jerarquía de los seres naturales: el hombre sería un simple producto de las leyes de la materia, lo mismo que los demás seres. En realidad, no existiría un orden natural: la idea central del evolucionismo no es la de orden, sino la de un progreso que se realizaría sin ningún plan, como resultado de la concurrencia ciega de las fuerzas naturales[32].

En la naturaleza existe un dinamismo que se encuentra entrelazado con tendencias, pautas e información. La ciencia actual pone de manifiesto que existen estas dimensiones y en parte las explica, pero en parte es desbordada por ellas. Si lo deseamos, podemos centrar nuestra atención sólo en algunos aspectos de los fenómenos naturales; pero en ese caso, no podremos extraer conclusiones que sobrepasen el enfoque elegido. La existencia de dimensiones que caen fuera de nuestra comprensión o de nuestro control es un reto para continuar la búsqueda de explicaciones, pero es ilegítimo negar su existencia argumentando que sólo son aceptables los interrogantes que podemos responder mediante algunos métodos particulares.

4.5. *Orden, auto-organización e información*

Las teorías acerca de la auto-organización se interpretan a veces como una prueba de que el orden puede surgir a

---

32. Puede verse al respecto: J. C. GREENE, *The Concept of Order in Darwinism*, en: P. G. KUNTZ (editor), *The Concept of Order*, The University of Washington Press, Seattle and London 1968, pp. 89-103.

partir del desorden, de acuerdo con una perspectiva reduccionista que pretende explicar la naturaleza y el hombre como el resultado de procesos elementales que podrían ser suficientemente explicados mediante las leyes científicas. A veces, esta tendencia adopta la forma de un reduccionismo naturalista extremo, en el que se niega la necesidad e incluso la posibilidad de admitir ningún influjo causal que trascienda el ámbito de la naturaleza. Los fenómenos de transición desde el desorden al orden serían una prueba de la posibilidad de extender el paradigma naturalista a todo tipo de situaciones.

Sin embargo, esas teorías más bien invitan a replantear los problemas acerca de las formas y los fines. La revolución científica del siglo XVII pareció significar el abandono de las formas y los fines en favor de las explicaciones centradas en los componentes y las causas eficientes. El darwinismo extendió esa perspectiva al ámbito de los vivientes. En cambio, las nuevas perspectivas muestran que esa conclusión era precipitada.

Más en concreto, tal como ya hemos señalado, el estudio del origen del orden pone de manifiesto la importancia de las *configuraciones*, las *pautas*, las *tendencias* y la *información*. No es difícil advertir que estas nociones se encuentran relacionadas con los conceptos de *formas* y *fines*, y que, lo mismo que sucedía con éstos, se encuentran relacionadas entre sí: existen tendencias reales hacia configuraciones bien determinadas, la naturaleza está atravesada por pautas espaciales y temporales, y en todo ello desempeña una función importante la información.

Sobre esta base, la filosofía natural puede proceder a una re-evaluación de ideas clásicas que, en contra de lo que se ha pensado durante mucho tiempo, pueden resultar muy adecuadas para conseguir una explicación de la naturaleza

que esté de acuerdo con el progreso de los conocimientos detallados de sus mecanismos. La perspectiva fisicalista, legítima como modelo explicativo parcial, resultaría integrada dentro de una perspectiva filosófica más amplia que armonizaría los mecanismos físicos con la existencia real de formas y fines.

Refiriéndose a los fenómenos de auto-organización, Paul Davies habla de la "singular (*unusual*) propensión de la materia y la energía a auto-organizarse en estructuras y pautas (*patterns*) coherentes", y afirma:

> "Es uno de los milagros universales de la naturaleza que enormes reuniones de partículas, que sólo están sometidas a las fuerzas ciegas de la naturaleza, sin embargo son capaces de organizarse a sí mismas en pautas de actividad cooperativa"[33].

Resulta significativa la referencia a *milagros universales* que serían realizados por *fuerzas ciegas*. En ese sentido, la reflexión acerca del fundamento del orden apunta hacia problemas que están tan vivos ahora como siempre, y que, llevados hasta sus últimas consecuencias, conducen hasta las fronteras de la metafísica y la teología natural. Se trata de una temática que es ampliamente tratada hoy día también por muchos científicos, lo cual resulta lógico si se advierte que las nuevas perspectivas científicas apuntan hacia una idea dinámica de la materia que está llena de interesantes implicaciones.

Entre esas implicaciones se encuentra lo que podría ser denominado el *principio dinámico del orden*. Así como el ser necesita de un fundamento, el orden, que puede ser concebido como un despliegue del ser, también lo requiere.

---

33. P. DAVIES, *The New Physics: A Synthesis*, en: P. DAVIES (editor), *The New Physics*, Cambridge University Press, Cambridge 1989, pp. 4-5.

El ser y el obrar se encuentran vinculados e incluso como fundidos en una misma realidad. Pues bien, la reflexión acerca de una naturaleza que manifiesta un dinamismo propio hacia nuevas estructuras de orden constituye un punto de partida válido hacia una acción trascendente que, lejos de agotarse en una puesta en marcha inicial y en un mantenimiento estático del ser producido, hace posible una actividad natural gracias a la cual se producen nuevas configuraciones que hacen posible la aparición de nuevas formas de ser, las cuales, a su vez, poseen nuevos dinamismos que producen nuevas pautas, y así sucesivamente.

Este breve apunte permite concluir que la autoorganización de la naturaleza se sitúa en un nivel que, lejos de excluir la exigencia de una ulterior fundamentación, puede ayudar a replantearla desde unas bases que, comparadas con la imagen mecanicista de la naturaleza, resultan mucho más auténticas y sugerentes.

Capítulo V
LA INTELIGIBILIDAD DE LA NATURALEZA

A través del conocimiento ordinario, de la actividad científica y de la reflexión filosófica alcanzamos conocimientos auténticos acerca de la naturaleza. Por tanto, la naturaleza es inteligible, o sea, posee un modo de ser que es capaz de ser captado por la inteligencia.

Los niveles de comprensión propios de la experiencia ordinaria, de las ciencias y de la filosofía se complementan, ya que corresponden a una misma realidad: la naturaleza. Se trata de diferentes tipos de explicación, pero su fundamento es único: la inteligibilidad de la naturaleza.

1. Tipos de inteligibilidad

Algo nos resulta inteligible en la medida en que podemos conocerlo mediante nuestra inteligencia. Pero nuestro afán de saber abarca preguntas que pertenecen a diferentes niveles. Por tanto, si nos preguntamos acerca de la inteligibilidad de la naturaleza, hemos de preguntarnos

previamente por los tipos de preguntas que podemos formular acerca de la naturaleza.

1.1. *El problema de la inteligibilidad*

El término *inteligibilidad* expresa una capacidad; concretamente, la capacidad de ser conocido mediante la inteligencia. Equivale a *cognoscibilidad intelectual*. La primera dificultad que encontramos para delimitar este concepto es que hemos de precisar qué se entiende por *inteligencia*, lo cual no es tarea fácil.

En cualquier caso, la inteligencia es una capacidad que se relaciona con las ideas. Es capacidad de pensar, de entender, de comprender, que se diferencia de la capacidad de actuar de modo automático o por instinto. Entender, explicar, comprender, son funciones de la inteligencia. Entendemos lo que alguien nos dice si sabemos lo que significa, o sea, qué quiere decirnos esa persona; entendemos a alguien cuando sabemos por qué se comporta de un determinado modo; entendemos lo que sucede si sabemos qué es lo que realmente está sucediendo y por qué sucede. En definitiva, entendemos algo si sabemos responder a las preguntas acerca del *por qué*, lo cual equivale a conocer sus *causas*. Algo resulta inteligible en la medida en que se le pueden asignar unas causas que lo expliquen.

En este contexto, la teoría aristotélica acerca de la causalidad proporciona importantes indicaciones, porque de algún modo abarca los diferentes tipos de preguntas que pueden hacerse acerca de los entes naturales. En efecto, las causas material y formal se refieren a su *composición* y

modo de ser, la causa eficiente a su *dinamismo*, y la causa final a su *direccionalidad*. Nuestras preguntas acerca de la naturaleza responden a aspectos de estos cuatro tipos de causas.

Las explicaciones causales no se agotan en la determinación de causas particulares, o sea, en el conocimiento de que una causa se encuentra relacionada con un efecto en algún caso particular. También incluyen preguntas acerca de la *universalidad* y la *necesidad* de las causas: nos planteamos si la conexión entre un efecto y una causa tiene lugar siempre o sólo en unas condiciones particulares, y si se trata de una conexión necesaria o sólo de una relación contingente. Buscamos *leyes* generales y necesarias, o sea, explicaciones nomológicas que expresan no sólo por qué aquello sucede en un caso concreto, sino por qué ha de suceder así. Pensamos que comprendemos algo cuando lo situamos como caso particular de una ley, preferiblemente universal y necesaria; el problema consiste en saber si existen esas leyes y en encontrarlas.

Además, la comprensión que alcanzamos depende de *los objetivos que nos proponemos*; por tanto, de cómo se relaciona la naturaleza con nuestros fines, que abarcan tanto el *conocimiento* como la *acción*. Existe una inteligibilidad *teórica* y otra *práctica*, y ambos aspectos se encuentran relacionados: el conocimiento proporciona las bases para la acción, y la actividad es una fuente de conocimiento.

Por otra parte, para conocer la naturaleza es preciso, en muchos casos, intervenir activamente mediante experimentos, provocando condiciones que permitan determinar los factores que investigamos. Entonces surge el problema de saber si lo que conocemos es *producido* por nuestra intervención o se trata realmente de una faceta de la naturaleza.

Por fin, nuestra búsqueda de explicaciones puede situarse en diferentes *niveles de profundidad*. Por ejemplo, si nos preguntamos acerca del comportamiento de unos materiales concretos, en la vida ordinaria nos basta conocer los aspectos que se relacionan con los objetivos que perseguimos; en la ingeniería es necesario conocer el comportamiento de los materiales en unas condiciones específicas, pero no hace falta profundizar en su fundamento científico; en la química se estudian las reacciones químicas que determinan ese comportamiento; en la física se busca conocer las leyes fundamentales que lo rigen; las preguntas filosóficas se refieren a su modo de ser y a su significado.

1.2. *La inteligibilidad en las ciencias*

La ciencia experimental se consolidó en el siglo XVII adoptando un método que suponía renunciar al conocimiento de las esencias, sustituyéndolo por una perspectiva que combina las matemáticas y la experimentación. La nueva ciencia se desarrolló en un contexto polémico, ya que se criticaba el enfoque de la filosofía antigua como oscuro y estéril, y se pretendía sustituirlo por el nuevo enfoque científico. El éxito creciente de la ciencia experimental y de sus aplicaciones prácticas parecía dar fundamento a esas pretensiones. De ahí surgieron problemas auténticos cuyo planteamiento, sin embargo, se encontraba demasiado condicionado por el insuficiente desarrollo de la ciencia y de la epistemología, y por el afán polémico de quienes intervenían en las discusiones. En consecuencia, los problemas que se refieren al alcance del conocimiento científico se han

visto envueltos en confusiones que han perdurado hasta la actualidad.

Ciertamente, también ahora existen dificultades y polémicas en torno a los problemas de la epistemología. Sin embargo, las condiciones generales han cambiado: se han desarrollado muchas disciplinas científicas que se refieren a los distintos niveles de la naturaleza; disponemos, por vez primera en la historia, de una cosmovisión completa, coherente y unitaria; y los problemas epistemológicos han sido objeto de amplios estudios desde puntos de vista que abarcan tanto los aspectos lógicos como los históricos y los sociológicos. Las condiciones actuales permiten plantear el problema del alcance de las ciencias sobre bases firmes. Exponemos a continuación los aspectos del problema que tienen especial relevancia para delimitar cuál es la inteligibilidad que se alcanza en las ciencias (hemos examinado sistemáticamente estas cuestiones en otro lugar[1]).

Los problemas acerca del alcance de las ciencias surgen de cinco tipos de motivos. En primer lugar, el recurso a las matemáticas parece limitar el conocimiento científico a los *aspectos cuantitativos*; en consecuencia, se afirma en ocasiones que las ciencias no proporcionan un conocimiento auténtico de la realidad. En segundo lugar, la validez de las teorías científicas se comprueba mediante datos experimentales que se refieren a condiciones fácticas concretas; de ahí suele concluirse que nunca se puede establecer la verdad de

---

1. Véase: M. ARTIGAS, *Filosofía de la ciencia experimental*, cit. También se encuentran otros análisis relacionados con el problema que aquí nos ocupa en: M. ARTIGAS, *Objectivity and Reliability in Science*, Epistemologia, 11 (1988), pp. 101-116; *Three Levels of Interaction between Science and Philosophy*, en: C. DILWORTH (editor), *Intelligibility in Science*, Rodopi, Amsterdam 1992, pp. 123-145.

las teorías, y que estas teorías siempre tendrían un *carácter hipotético o conjetural*. En tercer lugar, tanto para formular las teorías como para planear e interpretar los experimentos es necesario recurrir a construcciones nuestras que, al menos en parte, son convencionales y revisables; por tanto, parece que las teorías sólo tendrían un *valor instrumental*. En cuarto lugar, la pretensión de establecer conocimientos definitivos parece oponerse al progreso científico, uno de cuyos pilares consistiría en no considerar ninguna teoría como *definitiva*, buscando siempre refutaciones que, al señalar errores concretos, permitirían formular teorías mejores. En quinto lugar, las teorías de la microfísica, que se refiere a los componentes básicos de la naturaleza, tienen un carácter probabilístico, de tal manera que parece imposible conseguir conocimientos bien definidos acerca de la constitución de la materia; esta *incertidumbre* afectaría a todo nuestro conocimiento de la naturaleza, aunque se encontraría enmascarada por las regularidades que muestran los fenómenos en otros niveles.

Estos motivos explican que, en la epistemología actual, se encuentren ampliamente difundidas las interpretaciones *instrumentalistas* y *convencionalistas*, según las cuales las ciencias sólo proporcionarían instrumentos que harían posible el dominio controlado de la naturaleza y que, en el mejor de los casos, sólo podrían ser consideradas como *conjeturas* más o menos plausibles acerca de las características de la realidad.

Sin embargo, parece necesario afirmar que las ciencias experimentales proporcionan conocimientos auténticos acerca de la naturaleza. De hecho, poseemos muchos conocimientos bien comprobados, que permiten el desarrollo de tecnologías de alta precisión. El problema consiste en cómo

compaginar este dato con las dificultades teóricas que se han mencionado.

Para resolver este problema es necesario advertir que la ciencia experimental es una actividad humana en la que buscamos un doble objetivo: el conocimiento de la naturaleza y su dominio controlado. Los dos aspectos se encuentran estrechamente relacionados, y esa relación se manifiesta en los dos pasos fundamentales del método científico: la *construcción* de los objetos y la *comprobación* de su validez.

En efecto, cada disciplina científica adopta un punto de vista particular. *Construye* su *objeto*, definiendo unos conceptos básicos y unos procedimientos experimentales que proporcionan los cimientos de las teorías y el punto de referencia para la comprobación de su validez. Por ejemplo, los conceptos básicos de la mecánica clásica son la masa, la longitud y el tiempo, que se definen de tal manera que sea posible adjudicarles valores concretos en cada caso de acuerdo con procedimientos experimentales; a partir de esas magnitudes se definen otras, tales como la fuerza, la energía, la lagrangiana y el hamiltoniano; se formulan ecuaciones que relacionan varias magnitudes, y se comprueba su validez realizando experimentos; se construye toda una teoría en la cual, partiendo de unos axiomas concretos, se deducen las leyes conocidas y se obtienen predicciones nuevas cuyo valor se examina mediante experimentos.

Cuando se trabaja de acuerdo con este método, es necesario recurrir a factores convencionales desde los primeros pasos. La definición de las magnitudes básicas no viene dictada por la naturaleza. Hay que establecer, por ejemplo, si esas magnitudes son aditivas o intensivas: la masa es una magnitud aditiva, pues la masa de un conjunto de cuerpos es igual a la suma de las masas de cada uno de

ellos, y en cambio, la temperatura no lo es. También hay que determinar cómo se miden esas magnitudes, lo cual no es sencillo, ya que para medir una magnitud hay que usar alguna ley que la relacione con otras magnitudes cuyos valores sean conocidos, de tal modo que es difícil escapar a un círculo vicioso en la definición de las magnitudes básicas. En definitiva, incluso las magnitudes básicas son construcciones nuestras que incluyen aspectos convencionales. Con mayor motivo lo son las magnitudes derivadas, las leyes que relacionan magnitudes, los principios generales, y los sistemas teóricos.

Sin embargo, *el recurso a los factores convencionales permite conseguir demostraciones intersubjetivas*. En efecto, una vez que se han adoptado las estipulaciones teóricas y experimentales necesarias, y se ha establecido la correspondencia entre las magnitudes teóricas y los resultados experimentales, es posible formular demostraciones teóricas rigurosas y comprobar experimentalmente su validez. Desde luego, no podemos *verificar* las teorías de un modo concluyente desde el punto de vista lógico, ya que sólo se pueden comprobar algunas de sus consecuencias y, además, la lógica elemental muestra que la verdad de una consecuencia no basta para establecer la verdad de las premisas de las que se ha deducido. Sin embargo, en muchos casos puede llegarse a una certeza práctica; esto sucede, por ejemplo, cuando una teoría proporciona buenas explicaciones y predicciones, especialmente si son exactas, si se refieren a fenómenos independientes, y si son coherentes con los resultados de otras teorías bien comprobadas.

Cuando se dispone de construcciones cuya formulación y comprobación son rigurosas de acuerdo con los criterios expuestos, puede afirmarse que *corresponden a la realidad* y que, por tanto, son verdaderas. Sin embargo, esa

correspondencia no significa que sean una réplica exacta de la naturaleza. Se trata de una verdad *contextual*, porque las construcciones sólo tienen sentido dentro de un contexto teórico y experimental que nosotros definimos y que supone la adopción de puntos de vista particulares. Por tanto, es una verdad *parcial*, que no agota lo que puede decirse acerca de la naturaleza. Pero todo ello no impide que se trate de una verdad *auténtica*, que nos da a conocer aspectos reales de la naturaleza. De este modo se comprende que la ciencia experimental proporcione conocimientos que son, a la vez, auténticos, parciales y perfectibles.

Consideremos, por ejemplo, el caso del electrón. No poseemos una representación inequívoca de esa partícula: en algunos fenómenos se comporta como un corpúsculo y en otros como una onda. No podemos medir a la vez todas sus propiedades. Es posible que, más adelante, se consiga una teoría más profunda en la cual se represente de otro modo lo que en la actualidad se representa mediante los electrones. Sin embargo, el electrón representa un conjunto de características que se comenzaron a determinar en 1897 y que corresponden a la realidad. Se conocen con gran exactitud su carga eléctrica, su masa y otras propiedades; es uno de los componentes básicos de los átomos; la estructura electrónica de los átomos permite explicar una gran variedad de fenómenos y es la base de una tecnología de gran precisión. Nos encontramos en este caso, como en tantos otros, con conocimientos que son contextuales y parciales, pero corresponden a la realidad precisamente dentro de los límites indicados por el contexto en el que se definen y comprueban.

La ciencia experimental proporciona amplios conocimientos acerca de la *composición* de la materia, tanto por lo que se refiere a los *elementos* componentes como a su

estructuración en sistemas. También acerca de la *actividad* de la materia, a través de las leyes que rigen los procesos. Y acerca de la *direccionalidad* de las entidades y procesos, en su doble aspecto de *tendencias* y de *cooperatividad*. Se trata, por tanto, de conocimientos que se refieren a las cuatro causas aristotélicas. En este sentido, es indudable que las ciencias alcanzan *explicaciones* auténticas acerca de los fenómenos naturales y que, en consecuencia, manifiestan la *inteligibilidad* de la naturaleza, alcanzando dimensiones que permanecen inaccesibles para el conocimiento ordinario.

El conocimiento científico incluye aspectos que son *construcciones* nuestras, y otros que reflejan nuestra *intervención* en los procesos naturales. Pero nos permite determinar la existencia y el modo de ser de muchas entidades, propiedades y procesos que sólo se conocen mediante las ciencias; proporciona explicaciones que permiten responder a muchas preguntas acerca del por qué existe lo que existe y tiene el modo de ser que tiene; y permite formular una cosmovisión unitaria en la cual se relacionan los diferentes niveles de la naturaleza. Puede concluirse que la ciencia experimental supone un factor fundamental en nuestra comprensión de la naturaleza.

Las *matemáticas* son un factor importante en la búsqueda científica de la inteligibilidad de la naturaleza. Esto resulta lógico si se tiene en cuenta que lo *cuantitativo* es una dimensión básica de las entidades naturales. Las teorías matemáticas son *construcciones* nuestras, pero son, a la vez, el camino adecuado para estudiar los aspectos cuantitativos de la naturaleza. Además, los aspectos cualitativos de las entidades naturales se encuentran siempre relacionados con los cuantitativos; esto no significa que lo cualitativo se reduzca a lo cuantitativo, pero pone de relieve la

importancia del estudio cuantitativo para el estudio de todas las dimensiones de la naturaleza.

La ciencia experimental no es filosofía en sentido propio. No tematiza filosóficamente sus objetos; los estudia de acuerdo con sus métodos propios de construcción y control. Pero alcanza conocimientos auténticos que no se limitan al nivel fenoménico. La existencia de la verdad científica supone una adecuación entre la naturaleza y nuestras representaciones. La adecuación no es automática; es el resultado de laboriosos esfuerzos de construcción y comprobación. Pero existe. Por tanto, manifiesta la inteligibilidad del mundo físico, que puede ser representado mediante estructuras racionales.

Como hemos señalado, las discusiones acerca del conocimiento científico se centran, en buena parte, en torno a los problemas de la universalidad y la necesidad del conocimiento. Por tanto, debemos preguntarnos si la ciencia experimental proporciona explicaciones *universales* y *necesarias* acerca de la naturaleza.

La respuesta depende, obviamente, de cómo entendamos la universalidad y la necesidad. Si se entienden en sentido *absoluto*, la respuesta será negativa. Por ejemplo, no tenemos garantías de que los componentes de la materia y las leyes que rigen su comportamiento sean idénticos en todos los ámbitos de nuestro universo o en cualquier mundo posible; desde la perspectiva evolucionista, incluso se afirma que en otras fases del mundo no hay existido muchas entidades y leyes que existen en la actualidad. En cambio, si esas características se entienden en sentido *relativo*, o sea, en relación a un conjunto dado de condiciones, entonces puede afirmarse que se dan en las ciencias.

Por fin, las explicaciones de la ciencia experimental no sólo contribuyen a un mejor conocimiento de la naturaleza, sino también a su dominio práctico. En realidad, las explicaciones teóricas ya incluyen una referencia esencial al dominio práctico, puesto que su construcción y comprobación incluyen necesariamente una referencia al control experimental. Por tanto, el dominio práctico de la naturaleza no es algo sobreañadido a la ciencia experimental, sino uno de los factores que la definen; es uno de los dos aspectos del objetivo que se busca en la actividad científica, y condiciona esa actividad desde su primer paso hasta el último: una construcción que no *pueda* ser relacionada en modo alguno con el control experimental, no tiene lugar en esa ciencia.

En su vertiente práctica, la ciencia experimental se relaciona con los *objetivos prácticos* que ocupan un lugar fundamental en la vida humana. Proporciona medios para resolver muchos problemas importantes, ya que permite establecer unos objetivos adecuados y elegir los medios que permiten alcanzarlos. Por tanto, *también en este sentido es un factor básico de la inteligibilidad de la naturaleza*. Es obvio que la ciencia experimental, junto con la tecnología a la que sirve de base, *desempeña un lugar central en la planificación racional de la vida humana.*

Con esta referencia a los aspectos prácticos de la ciencia, surgen también problemas acuciantes, que manifiestan la *ambivalencia* de la ciencia. En efecto, la ciencia no proporciona criterios para su aplicación. Ayuda a construir un mundo más humano, pero también puede ser utilizada para conseguir efectos nocivos. Esta ambivalencia pone de manifiesto que, *en el horizonte de la racionalidad humana, la ciencia no es suficiente y debe ser completada con recursos de otro orden.*

Esos *límites* existen también en el plano teórico. Es patente que ni las disciplinas particulares ni la ciencia experimental en su conjunto proporcionan explicaciones *completas* acerca de la naturaleza. Esto se debe a una limitación voluntaria de las perspectivas científicas. El mismo motivo que explica el éxito de la ciencia experimental, explica también sus límites. En efecto, la perspectiva científica excluye deliberadamente las dimensiones que no puedan relacionarse con el *control experimental*. Por tanto, quedan fuera de su ámbito las dimensiones *ontológicas*, que se refieren al *modo de ser* de lo natural, y las dimensiones *metafísicas*, que se relacionan con el *espíritu* y la *libertad*.

El único camino para afirmar que la ciencia experimental agota todas las dimensiones de la realidad consiste en negar que existan dimensiones que no puedan ser estudiadas por la ciencia experimental. Esta posición suele denominarse *cientificismo*. Pero el cientificismo es inadmisible, entre otros motivos, porque es una doctrina *contradictoria*. En efecto, es una tesis filosófica que, por una parte, niega la realidad de lo que no pueda ser objeto de la ciencia experimental, y por otra, no puede ser formulada utilizando los métodos de la ciencia experimental: la contradicción es patente.

La ciencia experimental no sólo deja espacio para la reflexión filosófica, sino que la exige y le proporciona elementos. Consideraremos ahora cuál es el sentido de *la reflexión filosófica sobre la naturaleza*.

1.3. *La inteligibilidad bajo la perspectiva filosófica.*

Podría parecer que la naturaleza sólo podría ser objeto de la reflexión filosófica si se la considera en el contexto de los problemas existenciales de la vida humana. Las ciencias poseerían el monopolio del estudio de la naturaleza, ya que la filosofía no dispone de métodos especiales para conseguir conocimientos inaccesibles al método científico. La ciencia experimental ocuparía el lugar de la antigua filosofía de la naturaleza, o la habría absorbido dentro de su ámbito de competencia.

Sin duda, a lo largo de la historia, las ciencias han absorbido problemas que anteriormente sólo se abordaban desde una perspectiva insuficiente o demasiado especulativa. Según el *positivismo*, se trataría de una situación general: la filosofía correspondería a un estado de la humanidad que ha sido superado por el progreso científico. La tesis positivista, defendida originalmente por Augusto Comte en el siglo XIX, cobró nuevo impulso gracias a los trabajos del Círculo de Viena, cuya doctrina se denominó, precisamente, *neo-positivismo*. El manifiesto programático del Círculo, publicado en 1929, manifestaba que uno de los objetivos del Círculo era la aniquilación de la *metafísica*, título que comprendía toda la filosofía excepto la lógica y la metodología.

El Círculo de Viena se disolvió antes de 1940. Pero tuvo amplias repercusiones. Sus miembros desplegaron una intensa actividad mientras el Círculo funcionó, y después prosiguieron su actividad en diferentes países, donde conectaron con corrientes de tipo empirista y pragmatista que eran afines a sus ideas.

Sin embargo, la tesis anti-metafísica encontró serias dificultades desde el principio. Para aniquilar la metafísica, los positivistas formularon el *criterio empirista de significación*, según el cual sólo tendrían sentido los enunciados verificables empíricamente, que coincidirían con los enunciados de la ciencia experimental. Pero enseguida se vio que ese criterio resultaba inaplicable a las ciencias. De ahí resultaron diferentes intentos de reformulación del principio, que condujeron una vez y otra a callejones sin salida. En realidad, las dificultades son inevitables porque la tesis positivista es contradictoria: es un caso particular del cientificismo, que, como ya hemos mostrado, conduce a contradicciones.

Hoy día suele aceptarse que la *ciencia positiva*, o sea, la ciencia tal como es descrita por el positivismo, no existe. En cada paso de la actividad científica se encuentran interpretaciones y valoraciones. Un científico positivista podría ser sustituido por un ordenador, pero sólo podría trabajar bajo la programación de un científico no positivista. En la ciencia se busca un conocimiento auténtico de la naturaleza, y esto no puede lograrse mediante procedimientos automáticos. La ciencia experimental trabaja sobre unos supuestos filosóficos y el progreso científico retro-actúa sobre esos supuestos. La ciencia y la filosofía adoptan perspectivas diferentes, pero existe una interacción entre ellas en todos los niveles.

En este contexto, la reflexión filosófica es necesaria, ante todo, para la *evaluación del conocimiento científico*. En efecto, la reflexión sobre los métodos científicos, sobre los supuestos generales de la ciencia y los supuestos particulares utilizados en cada caso, y sobre la interpretación de los resultados obtenidos, incluyen factores filosóficos. La reflexión filosófica también es necesaria si se desea formular

una *cosmovisión*, o sea, una representación de la naturaleza en la que queden reflejadas sus características fundamentales. Y resulta imprescindible cuando se abordan los *problemas ontológicos*, que se refieren a las características básicas del modo de ser de la naturaleza.

Los interrogantes ontológicos acerca de la naturaleza se plantean hoy día con tanta fuerza como en épocas anteriores. A grandes rasgos, suelen coincidir con los problemas clásicos acerca de la substancialidad, la causalidad, las cualidades, el espacio, el tiempo, la teleología, el origen del universo. Al igual que en otras épocas, también se plantean los problemas típicamente metafísicos acerca del espíritu, la libertad y la trascendencia. Puede afirmarse que, en la actualidad, existe un consenso general acerca de la existencia de esos interrogantes genuinamente filosóficos.

La reflexión acerca de la naturaleza consiste, en gran medida, en la búsqueda de principios que expliquen el *orden* que existe en la naturaleza. Aunque el orden sea un concepto relacional, no cabe duda de que existe en la naturaleza un elevado grado de orden bajo muchos aspectos, y que se trata de un orden altamente *específico*. A través de la multiplicidad de la naturaleza se manifiesta una gran unidad: los diferentes aspectos de la naturaleza se encuentran interconectados en núcleos de *organización* que constituyen un *sistema* total unitario.

El orden se encuentra en la base de la inteligibilidad, pues significa unidad en la multiplicidad y, por tanto, explicación de la multiplicidad mediante principios más básicos. El orden supone estructuración y se relaciona con la *racionalidad*. Puede ser captado por nuestra inteligencia, lo cual manifiesta la *inteligibilidad* de la naturaleza. Si bien las ideas sólo existen en la inteligencia, existe un cierto isomorfismo entre la naturaleza y nuestra inteligencia, y de ahí surge la

pregunta acerca de su explicación: la naturaleza debe poseer dimensiones que hagan posible su inteligibilidad.

2. LAS DIMENSIONES ONTOLÓGICAS DE LA NATURALEZA

La ciencia experimental no agota todas las dimensiones de la naturaleza. La actividad científica se apoya sobre unos supuestos filosóficos: por ejemplo, que la naturaleza tiene una consistencia propia; que el despliegue del dinamismo natural y la estructuración de la naturaleza siguen pautas; que la naturaleza se encuentra estructurada en niveles jerarquizados y forma un sistema ordenado. El progreso científico muestra que esos supuestos son verdaderos y proporciona nuevos conocimientos acerca de ellos.

La filosofía de la naturaleza estudia los problemas ontológicos implicados en esos supuestos, contando con los conocimientos que proporcionan las ciencias.

2.1. *Dimensiones ontológicas*

Los problemas ontológicos responden al estudio de la naturaleza bajo una perspectiva filosófica. Podemos estudiar la naturaleza bajo diferentes perspectivas. La perspectiva de la ciencia experimental se refiere a los aspectos que pueden representarse mediante magnitudes, o sea, conceptos que se definen mediante un lenguaje matemático y se relacionan con los resultados de experimentos repetibles. La perspec-

tiva filosófica se refiere al modo de ser básico de la naturaleza, o sea, a sus dimensiones ontológicas.

Las dimensiones *ontológicas* son aspectos de la naturaleza que expresan su *modo de ser* básico. No son algo sobreañadido a la naturaleza; se trata de dimensiones que no sólo son reales, sino que se refieren a la realidad propia de la naturaleza, más allá de sus manifestaciones particulares.

Las formas, la direccionalidad, el dinamismo, las pautas, la unidad, son dimensiones de ese tipo. Aunque no tienen una *existencia propia*, independiente de las entidades naturales, se trata de *aspectos reales* de la naturaleza. Tienen *manifestaciones fenoménicas*; por ejemplo, las configuraciones espaciales son una manifestación de las formas, el despliegue ordenado de los procesos es una manifestación de las pautas, y la acción cooperativa de los componentes en la formación de sistemas unitarios es una manifestación de la direccionalidad.

La afirmación de las dimensiones ontológicas nada tiene que ver con una minusvaloración de las ciencias, ni se plantea en polémica con el método científico. Por el contrario, hemos señalado que *las ciencias suponen la existencia de las dimensiones ontológicas y contribuyen a conocerlas mejor*. La existencia de esas dimensiones es un supuesto básico de la ciencia; por ejemplo, no tendría sentido estudiar las configuraciones si no existiesen sistemas naturales, ni podríamos formular leyes si no existieran pautas. Y las ciencias proporcionan un conocimiento detallado acerca de sus manifestaciones particulares.

El reconocimiento de unas dimensiones cuyo estudio temático trasciende las posibilidades del método científico no responde al deseo de establecer un ámbito de problemas que sea competencia exclusiva de la filosofía. Las explica-

ciones científicas no sólo son parciales porque siempre responden a perspectivas científicas particulares, sino también porque *la perspectiva científica es parcial*. En efecto, esa perspectiva no se pregunta sobre las dimensiones ontológicas, sino que da por supuesta su existencia e investiga sus modalidades concretas.

El estudio de las dimensiones ontológicas de la naturaleza constituye el objeto de la *filosofía de la naturaleza*. No se trata de estudiar un tipo especial de entidades, ya que todas las entidades naturales tienen dimensiones ontológicas. Se trata de un estudio en el cual las entidades naturales son contempladas desde el punto de vista de sus dimensiones ontológicas.

La naturaleza tiene una consistencia propia, y a ella se refieren las dimensiones *ontológicas*. Estas dimensiones existen con independencia de nuestro conocimiento, aunque sólo las descubrimos cuando adoptamos una perspectiva filosófica, y entonces las representamos construyendo conceptos. En la ciencia experimental, la construcción de los conceptos está limitada por un requisito metodológico fundamental, que responde a los objetivos de la actividad científica: los conceptos deben estar construidos de tal manera que se relacionen de modo coherente con el control experimental. En la filosofía de la naturaleza, los conceptos deben resultar coherentes con los conocimientos particulares que poseemos acerca de la naturaleza y deben representar de modo fidedigno sus dimensiones ontológicas.

2.2. *Dimensiones metafísicas*

Por otra parte, el estudio de las dimensiones ontológicas conduce a formular problemas propiamente *metafísicos*. Esto sucede, por ejemplo, siempre que se busca la fundamentación radical de las dimensiones ontológicas. En este caso, estudiamos *dimensiones metafísicas* que trascienden el ámbito de la naturaleza.

A diferencia de las dimensiones ontológicas, las dimensiones metafísicas no pertenecen a la naturaleza según su ser propio, sino que la trascienden. Corresponden a algo que se encuentra más allá del ámbito de la naturaleza. Sin embargo, si el estudio de la naturaleza revela su existencia, ello se debe a que se encuentran presentes en la naturaleza. Puede parecer paradójico que en los seres naturales se encuentren dimensiones que no son propiamente naturales, pero ésa es la situación real si en la persona humana existen dimensiones espirituales y si la fundamentación de la naturaleza remite a una causa trascendente.

Aunque nos ocuparemos de fundamentar la existencia de las dimensiones metafísicas más adelante, ya ahora es importante considerar cuál es su relación con las dimensiones ontológicas, porque sólo así puede conseguirse una perspectiva completa acerca de la inteligibilidad de la naturaleza. Este es el sentido de las reflexiones que exponemos a continuación.

En la medida en que las dimensiones metafísicas se encuentran presentes en la naturaleza, pueden denominarse también *coeficientes metafísicos*. El término *coeficiente* designa aquello que juntamente con otra cosa produce un efecto, y resulta apropiado para expresar el problema que nos ocupa.

Podemos hablar de dimensiones y coeficientes metafísicos en varios sentidos diferentes. Aquí nos interesan dos. En primer lugar, podemos referirnos al *fundamento radical* de la naturaleza; este sentido se aplica a la *acción divina* y, en este caso, sólo es legítimo hablar de dimensiones y coeficientes, en plural, para designar los diferentes efectos de la acción divina en la naturaleza, ya que en Dios mismo no hay pluralidad. En segundo lugar, podemos referirnos a *algo que no es propiamente natural pero está compenetrado con la naturaleza*; este sentido se aplica a *las dimensiones espirituales de la persona humana*, y en este caso podrá utilizarse el singular o el plural según se hable del alma humana individual o de sus diferentes características.

Cuando hablamos del fundamento metafísico radical de la naturaleza no pretendemos afirmar que lo natural posea, además de su ser y su dinamismo propios, otro tipo de ser o de dinamismo. Nos referimos a la acción divina que hace posible la existencia del ser y del dinamismo naturales. Se trata, por tanto, de una causa que trasciende la naturaleza pero cuyos efectos son auténticos coeficientes metafísicos, ya que intervienen como condiciones de posibilidad de lo natural.

El fundamento metafísico radical se refiere a toda la naturaleza bajo todos sus aspectos. No se trata de una acción complementaria, perteneciente al mismo nivel que lo natural, pues entonces no le serviría de fundamento. Se trata de una acción de otro tipo, de una *acción fundante* que corresponde a una causalidad que está por encima de la naturaleza.

Los indicadores que permiten afirmar la existencia de las dimensiones metafísicas y de su coeficiencia pueden ser denominados *índices* metafísicos. Esos índices son dife-

rentes en los dos casos que hemos mencionado, el de la acción divina y el del alma humana.

En efecto, cuando se trata de estudiar el *fundamento radical* de la naturaleza, cualquier aspecto de la naturaleza puede ser utilizado como índice metafísico, puesto que la acción divina fundante debe extenderse a todo el ámbito de lo natural: a su ser, a su actividad, a las entidades concretas y a su modo de ser, a los procesos, a cada evento singular. No se trata, por tanto, de localizar las dimensiones metafísicas en algunos fenómenos especiales, sino más bien de conocer el fundamento radical de las dimensiones de la naturaleza. En este caso, *todas las dimensiones ontológicas son índices metafísicos*, puesto que se refieren a los modos de ser de lo natural y su explicación radical remite a la acción divina como fundamento metafísico.

En cambio, cuando estudiamos *las dimensiones espirituales de la persona humana*, los índices metafísicos son las acciones que corresponden a las diferentes dimensiones del espíritu, que se centran en torno al conocimiento intelectual y a la voluntad libre. Pero también en este caso existe una cierta universalidad. En efecto, la persona humana tiene un ser unitario, y por este motivo, nuestro conocimiento siempre incluye dimensiones metafísicas; por consiguiente, la reflexión sobre cualquier conocimiento particular puede poner de manifiesto la existencia de esas dimensiones: si bien la naturaleza existe con independencia de nuestro conocimiento de ella, nuestro conocimiento de cualquier aspecto de la naturaleza es un índice metafísico, que puede conducir al conocimiento de las dimensiones metafísicas de la persona.

La inteligibilidad de la naturaleza se encuentra estrechamente vinculada a las dimensiones metafísicas. Con respecto a la persona humana, ni siquiera podríamos hablar

de inteligibilidad si no poseyéramos dimensiones que nos sitúan por encima de la naturaleza. Con respecto a la acción divina, la exigencia del fundamento radical se refiere a todas las dimensiones de lo natural; por tanto, que algo sea natural no significa que sea totalmente auto-suficiente, o sea, independiente de su fundamento radical. La acción divina da el ser a todo, y no como algo sobreañadido: lo natural es inmanente a sí mismo y, a la vez, depende de algo que lo trasciende. La acción divina es el fundamento último de la naturaleza en todas sus dimensiones y, en consecuencia, es el fundamento radical de su inteligibilidad.

La peculiar relación entre la naturaleza y su fundamento metafísico radical tiene consecuencias de gran interés. Una de ellas es que *los coeficientes metafísicos serán proporcionales a las dimensiones ontológicas de lo natural*, ya que esos coeficientes son las condiciones metafísicas que hacen posible la existencia y el despliegue lo natural según su ser propio. Si además tenemos en cuenta que las dimensiones ontológicas de lo natural se manifiestan a través de las correspondientes *condiciones físicas*, podemos concluir que las condiciones físicas pueden ser consideradas como el *cauce* de los efectos de la acción divina, de modo que existirá una *gradación* de esos efectos que corresponderá a la gradación de las condiciones físicas, y los efectos de la acción divina serán proporcionales a las condiciones físicas.

Esto significa que a unas condiciones físicas concretas les corresponde un modo de ser (dimensión ontológica) que, siendo propio de la correspondiente entidad natural, es a la vez el efecto de la acción divina fundante. O, visto en sentido inverso, que la acción divina da el ser (coeficiente metafísico) a la entidad natural, de acuerdo con un modo de ser (dimensión ontológica) que es proporcional a las condi-

ciones físicas, que, bajo este punto de vista, son el cauce que determina los efectos naturales de la acción divina.

Estas ideas tienen consecuencias de gran alcance. Por ejemplo, permiten ver bajo una nueva luz el problema del *principio vital*. No hay dificultad en utilizar el concepto de *alma* para designar el modo de ser (dimensión ontológica) propio de los vivientes. Se trata de un modo de ser que es el efecto de la acción divina, y sus características serán proporcionales a las condiciones físicas de los diferentes vivientes. En el caso de la persona humana, esas condiciones físicas hacen posible un modo de ser que no sólo es el resultado de la acción divina, sino que además participa de la espiritualidad divina. En este sentido, la creación especial de cada alma humana no implica que existan acciones divinas diferentes para cada persona y, a su vez, diferentes de las acciones fundantes de las almas inferiores; significa que, en el caso de la persona humana, los efectos de la acción divina pertenecen a un nivel ontológico superior, que es proporcional a las condiciones físicas del ser humano. Bajo esta perspectiva pueden reformularse otros importantes problemas como, por ejemplo, el problema de la *necesidad* propia de las acciones naturales y, por tanto, el problema del *determinismo*: es posible afirmar la distinción radical entre el obrar libre propio de la persona humana y el obrar de las demás entidades naturales, sin que por ello deba atribuirse a todo tipo de obrar natural el mismo tipo de necesidad o de determinismo.

2.3. *La cosmovisión y la perspectiva filosófica.*

La cosmovisión actual proporciona indicaciones de gran valor para afrontar el estudio de las dimensiones ontológicas de la naturaleza.

Hemos señalado, por ejemplo, que en la representación de la naturaleza ocupa una función central el entrelazamiento del dinamismo y la estructuración. La reflexión filosófica acerca del *significado* y las *condiciones de posibilidad* de ambas dimensiones y de su entrelazamiento conduce a perspectivas que tienen un gran interés.

En efecto, el entrelazamiento del dinamismo y la estructuración es una característica fundamental de la naturaleza. *El dinamismo natural se despliega de modo estructural.* Además, no sólo existen estructuras genéricas, sino pautas específicas que se encuentran en el centro de la organización de la naturaleza. La *modelización* o formación de pautas sólo es posible si los dinamismos particulares *se integran de modo coherente*, produciendo nuevas *estructuras unitarias* que, a su vez, son fuentes de nuevos dinamismos.

Todo ello supone que en la naturaleza existe una *información* que *se almacena* estructuralmente y *se despliega* dinámicamente, de tal manera que la información contenida en los diferentes dinamismos y estructuras *se integra* en la nueva información característica de los nuevos sistemas unitarios y de su correspondiente dinamismo.

El concepto de *auto-organización* representa de modo adecuado esas características de la naturaleza. La *organización* expresa los aspectos *estructurales*; el prefijo *auto* indica que la organización responde a un *dinamismo propio*;

y la expresión completa indica el entrelazamiento de los dos aspectos.

La auto-organización es un hecho. Las ciencias estudian sus modalidades y sus mecanismos. Pero los conocimientos aportados por las ciencias, a la vez que resuelven algunos interrogantes, plantean otros más profundos. Por ejemplo, se plantea cómo explicar la existencia del dinamismo propio de la naturaleza que, además de ser *espontáneo*, conduce a un *orden* enormemente sofisticado, o sea, a un sistema total que en sí mismo implica un elevado grado de *organización* y que se construye mediante la integración cooperativa de diferentes niveles, en cada uno de los cuales existe, a su vez, un elevado grado de *direccionalidad* y *cooperación*.

Las ciencias no llegan a explicar completamente las *condiciones de posibilidad* del dinamismo natural y de su despliegue estructural. Las explicaciones científicas dan por supuesta su existencia, e investigan sus modalidades y mecanismos: si no existiesen, tampoco podría existir la ciencia experimental. Se trata de un supuesto filosófico que viene retro-justificado, ampliado y precisado por el progreso científico, pero la pregunta acerca de su explicación radical queda fuera del ámbito de las ciencias. Sin embargo, el problema se refiere a dimensiones que no sólo son reales, sino que son las dimensiones fundamentales de la naturaleza.

Estas consideraciones remiten a la existencia de dimensiones ontológicas que pueden ser *representadas* mediante conceptos filosóficos, y cuya *explicación* remite, a su vez, a consideraciones metafísicas.

Por ejemplo, el orden de la naturaleza, tal como aparece ante la experiencia ordinaria, ha conducido en todas las

épocas a proponer diferentes formulaciones del argumento teleológico, según el cual el orden natural remite a un plan divino. A la luz de la cosmovisión actual, este argumento se plantea sobre una base mucho más amplia que en otras épocas. En definitiva, la naturaleza sólo resultaría *inteligible* como el despliegue de una *inteligencia inconsciente* que debería explicarse mediante una *inteligencia propiamente dicha*, o sea, una inteligencia consciente. Es evidente que, si se desea formular el argumento con todo rigor, es preciso examinar con más detalle los problemas referentes a la finalidad. Pero estas breves consideraciones son suficientes para indicar la existencia del problema, que se refiere a dimensiones ontológicas de la naturaleza que remiten a explicaciones metafísicas.

El entrelazamiento del dinamismo y la estructuración se relaciona también con la explicación de la naturaleza en términos de las *cuatro causas*, que son conceptos filosóficos mediante los cuales se representan dimensiones ontológicas. El despliegue del dinamismo natural produce sistemas unitarios cuyos componentes están integrados en pautas estructurales, y a su vez los sistemas unitarios son centros de nuevos despliegues del dinamismo. La naturaleza se explica mediante sucesivos entrelazamientos de dinamismo y estructuración y, por tanto, mediante sucesivas combinaciones de las cuatro causas: la causalidad eficiente y la final se refieren al dinamismo, a sus sujetos y a la direccionalidad, y la causalidad material y la formal se refieren a la composición de los sistemas naturales. La explicación causal de la naturaleza y la explicación basada en el entrelazamiento de dinamismo y estructuración vienen a ser dos conceptualizaciones paralelas de una misma realidad. Por tanto, la cosmovisión actual aporta nuevas luces acerca de la *explicación causal* de la naturaleza.

Por otra parte, la cosmovisión actual también tiene interesantes implicaciones en relación con *la unidad de la naturaleza*. Subraya que, en todas las entidades y niveles, existe un dinamismo propio entrelazado con estructuras, y que los diferentes niveles y entidades se encuentran interrelacionados. La naturaleza es un sistema unitario, tanto en el aspecto dinámico como en el estructural.

En efecto, los dinamismos particulares no sólo se encuentran relacionados, sino que se integran. *No existen dinamismos incomunicados o incomunicables*. En la naturaleza existe unidad de composición e interacción, tanto si consideramos los sistemas individuales como los diferentes niveles de la naturaleza.

Las *teorías de unificación* postulan la existencia de un dinamismo *originario* que se ramifica. En ese caso, la unidad actual respondería a un origen común. De acuerdo con esas teorías, a partir de un estado primitivo unitario, se habrían diversificado los dinamismos particulares a través de *rupturas de simetría*, y se habrían producido los sucesivos procesos de estructuración.

Desde una *perspectiva sincrónica*, en la actualidad existe una gran diversidad de dinamismos y estructuras particulares. Pero puede hablarse de un dinamismo unitario. En efecto, según el *modelo estándar de partículas y fuerzas*, los fenómenos más dispares remiten a un pequeño número de factores fundamentales, las cuatro interacciones básicas, que, además, se encuentran relacionadas entre sí y se entrelazan en el origen, el desarrollo y el resultado de los procesos naturales. La *unidad* de la naturaleza es cada vez más patente, tal como se manifiesta en la composición, las interacciones, y las relaciones entre los diferentes niveles.

Además, el dinamismo natural se despliega de modo direccional y cooperativo, y su resultado es un sistema total unitario que hace posible los diferentes niveles naturales y, en último término, la vida humana. Ese dinamismo puede ser calificado de algún modo como *inteligente*. Su actuación sobrepasa, en muchos aspectos, a la inteligencia humana. Evidentemente, no se trata de una inteligencia propiamente dicha, ya que no es reflexiva. Se trata de una *inteligencia inconsciente* que se encuentra en todos los niveles, también en las dimensiones naturales del hombre.

Debe existir un fundamento del dinamismo natural porque, en caso contrario, el dinamismo natural sería auto-contenido o auto-suficiente en su ser y en sus despliegues. Si las entidades naturales tuviesen en sí mismas la razón de su dinamismo y estructuración, serían realmente inteligentes y podrían desplegar su dinamismo de modo voluntario: la direccionalidad, la modelización, las leyes y la integración de los dinamismos responderían a una actividad propiamente racional. Por tanto, el dinamismo natural *remite a un fundamento* que lo explique y que sea *diferente de la naturaleza*. Además, debe tratarse de un *fundamento unitario*, teniendo en cuenta en carácter unitario del dinamismo natural.

No sería suficiente afirmar, como fundamento, una actividad *ordenadora* que permaneciera *totalmente externa* a la naturaleza. Existe una vinculación interna, o entrelazamiento, entre el dinamismo y la estructuración. El fundamento ha de reunir el dominio sobre el *ser* y sobre el *modo de ser*. En efecto, lo que se trata de explicar es un dinamismo propio, que se encuentra en todos los niveles y está intrínsecamente enlazado con la estructuración; por tanto, no sería suficiente un orden impuesto desde fuera, que no afectara a la naturaleza en sí misma. Se ha de dar razón tanto

de la existencia como del carácter específico del dinamismo, y no sólo de algunos aspectos particulares.

Sobre esas bases, puede decirse que la naturaleza se manifiesta como el despliegue de un dinamismo unitario que remite a un fundamento trascendente, de tal manera que lo físico posee, en todos los niveles, dimensiones metafísicas. En este sentido, nos hemos referido anteriormente a lo que hemos denominado *coeficientes metafísicos*. Los coeficientes metafísicos expresan la inteligibilidad radical de lo natural, o sea, su *verdad ontológica* o ser radical.

2.4. *La verdad ontológica.*

Se suele hablar de la verdad en dos sentidos: la *verdad lógica* y la *verdad ontológica*. La verdad lógica se refiere a nuestro conocimiento, y existe cuando nuestro conocimiento corresponde a la realidad. La verdad ontológica expresa la *inteligibilidad* de la realidad, o sea, su capacidad de dar razón de sí misma, de ser explicada en términos accesibles a la inteligencia.

A la verdad lógica del conocimiento ordinario y científico le corresponde la verdad ontológica de la naturaleza. La verdad lógica sería imposible si no existiese la verdad ontológica. En consecuencia, si se afirma la existencia de la verdad lógica, debe afirmarse también la existencia de la verdad ontológica.

En este contexto, puede establecerse cierta correspondencia entre las posiciones *epistemológicas* y las *ontológicas*. Concretamente, el *realismo epistemológico*, que afirma la posibilidad de conseguir conocimientos verdaderos (ver-

dad lógica), supone un *realismo ontológico* según el cual la naturaleza posee una inteligibilidad que remite, en último término, a un fundamento racional.

El *instrumentalismo epistemológico* reduce nuestro conocimiento a un conjunto de convenciones que poseerían un valor meramente instrumental, en cuanto que permiten el dominio controlado de la naturaleza. En este caso, no es necesario suponer que existe un orden natural que responde a principios racionales. Sin embargo, el instrumentalismo resulta inadecuado para explicar el alcance real de nuestro conocimiento, y en cualquier caso, para explicar la adecuación empírica de nuestras construcciones teóricas es preciso admitir que en la naturaleza existe un orden real.

Determinar la *inteligibilidad* de la naturaleza equivale a determinar cuál es su verdad *ontológica*, o sea, qué tipo de *ser* corresponde a la naturaleza. Analizaremos a continuación los aspectos principales de este problema.

3. EL SER DE LA NATURALEZA

Comprendemos la naturaleza en la medida en que conocemos su estructuración y su dinamismo. Las ciencias proporcionan amplios conocimientos acerca de estos aspectos de la naturaleza. Para representar sus dimensiones ontológicas recurrimos a los conceptos de *forma* y de *finalidad*. Examinaremos el significado que, a la luz de la cosmovisión actual, tienen estos conceptos, y nos preguntaremos acerca de su relación con la *necesidad* natural, que viene a ser la clave de la reflexión filosófica acerca de la naturaleza; en efecto, la naturaleza nos resulta inteligibible en la medida en

que conocemos qué tipo de necesidad corresponde a las entidades y a los procesos naturales. Para completar el estudio de las dimensiones ontológicas fundamentales de la naturaleza, consideraremos finalmente la articulación de los binomios *ser-devenir*, *unidad-multiplicidad*, y *necesidad-contigencia.*

3.1. *El modo de ser de las entidades naturales*

En la física aristotélica, la inteligibilidad de la naturaleza se centra en torno a las *formas* propias de las entidades naturales. Las formas aristotélicas tienen su precedente en las ideas platónicas, pero Aristóteles afirma que esas formas se encuentran realizadas en las cosas. Las formas expresan lo que, en sentido estricto, es la *naturaleza*: un principio que es real, porque es el modo de ser de las substancias que poseen un principio interior de su actividad, y es a la vez principio de inteligibilidad, porque corresponde a la definición del modo de ser de las entidades naturales.

Esta perspectiva equivale a afirmar que la naturaleza posee una inteligibilidad que se basa en sus dimensiones ontológicas. Tal como lo expresa Antoni Prevosti Monclús:

> "El (Aristóteles), considerando a la naturaleza como principio interno de movimiento, puede ver las regularidades fenoménicas, el orden, la posesión de propiedades, la teleología, como fundados en las cosas naturales, y esto equivale a descubrir una inteligibilidad en el mundo sensible, es decir, propia del mundo del cambio como tal. En cambio, según la concep-

ción platónica, la inteligibilidad es sólo la del pensamiento divino, o mejor, del cosmos inteligible pensado por éste"[2].

La explicación de la naturaleza mediante el concepto de *forma* se relaciona con el problema de la *composición* y la *estructuración* de la materia. Esta investigación fue emprendida desde la antigüedad, pero durante siglos se limitó a proporcionar intuiciones cualitativas o extrapolaciones de la experiencia ordinaria. Uno de los méritos principales del progreso científico ha consistido en proporcionar conocimientos auténticos acerca de estos problemas.

Los conocimientos actuales no son completos, pero se extienden a todos los niveles de la naturaleza. Son perfectibles, pero incluyen muchos datos bien establecidos que deberán ser integrados en cualquier avance posterior. Y estos conocimientos corresponden, en gran medida, a las ideas clásicas de *causa material* y *causa formal*.

En efecto, las causas material y formal expresan los principios *intrínsecos*, constitutivos de las entidades naturales. La causa material se refiere a *aquello de lo que está hecho algo*; por tanto, a los componentes de los sistemas naturales. La causa formal se refiere al *modo de ser* de las entidades. Que existen componentes nunca ha sido puesto en duda. Lo que entró en crisis a raíz del desarrollo de la ciencia moderna fue la idea de *forma*, que se consideró como un concepto oscuro y carente de poder explicativo. Esas dificultades respondían al funcionalismo de la ciencia matemática, centrada en la búsqueda de *leyes cuantitativas*, y también al mecanicismo, que pretendía explicar el modo de ser de los cuerpos como el resultado de las *configuraciones* de sus componentes.

---

2. A. PREVOSTI MONCLUS, *La Física d'Aristòtil. Una ciència filosòfica de la natura*, cit., pp. 238-239.

Sin embargo, en la actualidad es patente que el modelo mecanicista proporciona sólo explicaciones parciales, que resultan insuficientes incluso para resolver muchos problemas científicos. Ese modelo sólo puede aplicarse a las *mezclas*, que consisten en simples uniones externas entre componentes inalterados. Los *sistemas unitarios* son el resultado de interacciones en las que se modifican los componentes originales y se producen propiedades holísticas emergentes: son entidades que tienen un nuevo modo de ser, para cuya explicación el esquema mecanicista resulta insuficiente.

La idea de *forma* se refiere al modo de ser de las entidades naturales. Expresa la existencia de modos de ser que corresponden a entidades naturales genuinas, que poseen caracteres holísticos. Resulta adecuado incluso en el nivel científico; prueba de ello es la importancia que ha adquirido el término *morfogénesis* para designar no sólo procesos del nivel biológico, sino también los procesos del nivel físico-químico en los que surgen nuevos tipos de entidades.

El concepto de forma no es un concepto *operacional*, semejante a las magnitudes de la ciencia experimental. Por tanto, si se afirma que la ciencia experimental es el paradigma de todo conocimiento válido, la forma aparecerá como un concepto un tanto vago, oscuro y estéril. Sin embargo, esa afirmación corresponde a una perspectiva cientificista arbitraria y contradictoria. En realidad, el concepto de forma resulta muy adecuado cuando se pretende reflejar la realidad de modo completo. Precisamente porque no es un término operacional, no se refiere a unas operaciones teóricas o experimentales concretas, sino a las dimensiones ontológicas: expresa, concretamente, el *modo de ser* al que corresponden las propiedades particulares.

No tiene sentido reducir las entidades naturales a una *colección de propiedades*. Ninguna entidad real puede consistir en una colección de propiedades. Una entidad real tiene un *ser* real, y un determinado *modo* de ser. La noción clásica de *forma* expresa ambos aspectos.

El estudio de las propiedades no tendría sentido si no existiesen entidades naturales que poseen un modo de ser al que corresponden esas propiedades. Un caballo y un átomo son entidades reales que poseen un modo de ser característico, que no se reduce a una simple suma de propiedades. Por supuesto, nuestro conocimiento de las entidades naturales y de sus formas es parcial, y el camino para progresar en ese conocimiento incluye la investigación de las propiedades concretas. Pero la pretensión de reducir las entidades naturales a colecciones de propiedades responde a ideas empiristas, asociacionistas y mecanicistas que Bergson criticó con razón, calificándolas como una *química mental* incapaz de reconstruir la realidad.

Hemos aludido deliberadamente a los caballos y a los átomos. Se trata de dos tipos de entidades muy diferentes, ya que nuestro conocimiento de los átomos se basa en métodos científicos muy sofisticados que utilizan construcciones teóricas y estipulaciones. Podría parecer que el concepto de forma, aunque pueda aplicarse a los vivientes, no resultaría adecuado con respecto a las entidades científicas.

El problema es real. Propiamente sólo resulta legítimo hablar de las formas cuando nos referimos a *substancias* naturales. Pero, ¿podemos afirmar que las entidades científicas corresponden a substancias naturales?

Ya hemos analizado anteriormente este problema. Contando con los conocimientos proporcionados por la cosmovisión actual, nuestra conclusión fue que la noción de

substancia corresponde a lo que denominamos *sistemas centrales*, que poseen un dinamismo y una estructuración unitarios. Para afirmar que una determinada entidad es un auténtico sistema central se requieren estudios científicos y epistemológicos detallados. Esos estudios ponen de manifiesto que las entidades tales como los átomos, las moléculas y las substancias químicas pueden ser consideradas, sin dificultad, como sistemas centrales genuinos.

La idea de *forma* se refiere a las dimensiones ontológicas de las entidades naturales. Las ideas de *configuración*, *estructura* y *organización* se refieren a aspectos particulares de las entidades; se relacionan con la forma, pero no agotan lo que el concepto de forma expresa.

El concepto de forma se relaciona con la inteligibilidad de la naturaleza porque representa unas dimensiones que se refieren al modo de ser propio de las entidades naturales. No proporciona por sí mismo explicaciones. Es, más bien, un instrumento conceptual que utilizamos para representar que las entidades naturales tienen un modo de ser característico: poseen un dinamismo y una estructuración unitarios, tienen propiedades holísticas, son el resultado de procesos cooperativos y fuente de nuevos procesos direccionales. Teniendo en cuenta que esas características son reales, podemos afirmar que las formas también lo son; pero no poseen una existencia propia, independiente de las entidades naturales: son reales como aspectos básicos de las entidades, que tienen un modo de ser real.

Algunas dificultades actuales frente al concepto de forma provienen de su relación con la doctrina que suele denominarse *esencialismo*. De acuerdo con el esencialismo, las esencias de los seres materiales, representadas principalmente por su forma, tendrían una cierta *necesidad* e *inmutabilidad*. Esto parece chocar con la cosmovisón actual,

según la cual las entidades naturales son el resultado de procesos contingentes y, en ese sentido, no serían necesarias ni inmutables.

Estas dificultades se refieren a la cosmovisión aristotélica, según la cual el mundo es eterno y también lo son, de algún modo, las formas; los cambios consistirían en generaciones y corrupciones individuales dirigidas por las formas y hacia las formas: surgen de las formas y se orientan a la producción de formas, y, por así decirlo, el repertorio total de formas ya está dado de una vez para siempre. En esta perspectiva, la generación y la corrupción sólo afectan a las entidades individuales, mientras que los tipos básicos de entidades son siempre los mismos. No existe propiamente una morfogénesis, entendida como producción de formas nuevas, diferentes cualitativamente de las ya existentes.

Estas ideas tuvieron una amplia influencia durante muchos siglos. Resultaban coherentes con la visión cristiana del mundo, ya que permitían representar fácilmente la jerarquía de los seres y el orden de la naturaleza. Mantuvieron su influjo incluso cuando, a partir del siglo XVII, se criticó la noción de forma en nombre de la nueva perspectiva científica; en efecto, las leyes naturales que se utilizaron como sustitutos de las formas poseían sus mismas propiedades: se trataba de leyes universales, necesarias e inmutables.

Sin embargo, el núcleo fundamental del concepto de forma puede ser separado, sin dificultad, de los aspectos relacionados con la cosmovisión aristotélica. De hecho, esa cosmovisión fue criticada en algunos aspectos importantes por los pensadores cristianos de los siglos XIII y XIV, e incluso fue objeto, en esa época, de condenas por parte de algunas autoridades eclesiásticas. En 1210, los obispos del

concilio provincial de Sens prohibieron que se utilizasen en París los libros de filosofía natural de Aristóteles y sus comentadores. El papa Gregorio IX dictó en 1231 algunas disposiciones encaminadas a distinguir lo que en el aristotelismo se consideraba erróneo y lo que parecía acertado. La condena más famosa fue la del obispo de París, Esteban Tempier, que el 7 de marzo de 1277 condenó 219 proposiciones entre las cuales se encontraban bastantes relacionadas con el aristotelismo; por ejemplo, se condenó la afirmación según la cual nuestro mundo sería el único posible[3]. Las reservas frente al aristotelismo se relacionaban con la presunta necesidad, eternidad y unidad del mundo, y con las correspondientes características que se le atribuían[4].

Esas críticas no pueden ser consideradas como un episodio pasajero. Tuvieron una gran relevancia e hicieron posible el desarrollo de nuevas ideas que se encuentran en la base de la ciencia del siglo XVII. Thomas Kuhn ha afirmado al respecto:

> "Desde un punto de vista moderno, la actividad científica de la Edad Media era increíblemente ineficaz. Sin embargo ¿de qué otra forma hubiera podido renacer la ciencia en occidente? Los siglos durante los que imperó la escolástica son aquellos en que la tradición de la ciencia y la filosofía antiguas fue simultáneamente reconstruida, asimilada y puesta a prueba. A medida que iban siendo descubiertos sus puntos débiles, éstos se con-

---

3. Los respectivos documentos se encuentran en: H. DENIFLE, *Chartularium Universitatis Parisiensis*, París 1899 (reimpresión por Culture et Civilisation, Bruselas 1964), tomo I, pp. 70 (n. 11), 143-144 (nn. 86 y 87), 277-279 (n. 246), 543-555 (n. 473), y tomo II, pp. 280-281 (n. 838).

4. Se encuentran más datos sobre esos problemas y sobre la influencia positiva que las mencionadas críticas tuvieron en el desarrollo de la nueva ciencia, en: M. ARTIGAS, *Nicolás Oresme, gran maestre del Colegio de Navarra, y el origen de la ciencia moderna*, Príncipe de Viana (Suplemento de ciencias), 9 (1989), pp. 297-331.

> vertían de inmediato en focos de las primeras investigaciones operativas en el mundo moderno. Todas las nuevas teorías científicas de los siglos XVI y XVII tienen su origen en los jirones del pensamiento de Aristóteles desgarrados por la crítica escolástica. La mayor parte de estas teorías contiene asimismo conceptos claves creados por la ciencia escolástica"[5].

Las mencionadas críticas podían haberse extendido sin dificultad, incluso en aquella época, a la inmutabilidad de un repertorio eterno de formas. Esta idea no afecta al contenido de la noción de forma, y tampoco resulta necesaria para afirmar la jerarquía de las entidades naturales y la existencia del orden de la naturaleza. Los mismos motivos que condujeron hace siglos a afirmar la contingencia del mundo podrían aducirse para afirmar la contingencia de las formas.

En efecto, desde la perspectiva metafísica creacionista, no sólo el mundo en su conjunto, sino las entidades naturales concretas son contingentes. Para afirmar que las entidades naturales no se disuelven en un puro flujo de procesos accidentales y que contienen una inteligibilidad, no es necesario, en modo alguno, afirmar la eternidad de las formas. Tampoco existe una correspondencia entre la eternidad de las ideas divinas y la eternidad de las formas de las entidades naturales concretas: se trata de dos aspectos diferentes.

La cosmovisión actual es coherente con el carácter contingente de las entidades naturales. Estas entidades son resultados contingentes de los procesos naturales. Por tanto, no tienen una *inteligibilidad absoluta*, porque no son *necesarias* en sentido absoluto. Tienen una *inteligibilidad*

---

5. T. KUHN, *La revolución copernicana . La astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento occidental*, Ariel, Barcelona 1978, p. 171.

contextual, porque poseen una *necesidad contextual*: son el resultado de interacciones y equilibrios que podrían conducir a resultados diferentes si se dieran otras condiciones.

La existencia y las características de la naturaleza que conocemos en la actualidad se deben a la confluencia de un enorme conjunto de factores entre los cuales, desde el punto de vista de los procesos naturales, existen muchos factores aleatorios. Por lo que se refiere a nuestro ecosistema y, por tanto, a la vida humana, sería suficiente que se dieran algunas circunstancias físicas aleatorias y nada extraordinarias para que dejase de existir; bastaría, por ejemplo, que uno de los muchos meteoritos que caen sobre la Tierra tuviese una masa suficiente como para provocar la desestabilización de la órbita de la Tierra alrededor del Sol. De hecho, sabemos que existe un factor que provocará una desestabilización global: el Sol consume la materia que sirve para alimentar sus reacciones nucleares, y llegará un momento en el que se producirán cambios en la energía que irradia, de tal modo que será imposible la vida humana sobre la Tierra.

En definitiva, la necesidad de las entidades naturales es contextual, pues depende de procesos y circunstancias que incluyen factores aleatorios. De ahí resulta que *la inteligibilidad de la naturaleza es contextual y, por tanto, parcial.*

Sin embargo, la naturaleza es inteligible. Su existencia responde al despliegue direccional y cooperativo de un dinamismo que conocemos cada vez mejor. Sus características responden a procesos de modelización altamente sofisticados, que manifiestan la existencia de pautas y propiedades holísticas que también conocemos en buena parte. Posee un modo de ser muy específico, cuyas dimensiones ontológicas remiten a una fundamentación metafí-

sica. Por consiguiente, a la vez que es contextual y parcial, *la inteligibilidad de la naturaleza es auténtica.*

La eternidad y la inmutabilidad de las formas no corresponden a la cosmovisión actual. Pero tampoco son una condición necesaria para afirmar las dimensiones ontológicas representadas por el concepto de forma, ni para afirmar la inteligibilidad de la naturaleza, ni para afirmar la existencia de un orden natural en el cual se da una jerarquía que culmina en la persona humana. Ni siquiera son necesarias como base para un concepto de la naturaleza humana que permita afirmar la existencia de dimensiones morales estables. En efecto, la moral se relaciona con la existencia de dimensiones metafísicas en la persona humana, y estas dimensiones se asientan sobre unas condiciones físicas concretas. Que esas condiciones físicas estén sujetas a cambios nada dice en contra de su existencia actual. Para afirmar la existencia de las dimensiones ontológicas y metafísicas de la persona humana, no es necesario afirmar que siempre se hayan dado las condiciones físicas sobre las cuales se asientan.

3.2. *Potencialidades y tendencias*

Hemos señalado ya que, como resultado de la perspectiva analítica adoptada por la ciencia experimental desde el siglo XVII, los conceptos de forma y de fin parecieron quedar obsoletos; la nueva ciencia se centró en el estudio de relaciones funcionales cuantitativas que no parecían dejar sitio para las formas, las cualidades y las tendencias. A ello se añadió que el evolucionismo biológico, en el siglo XIX, otorgó una función central al azar. De ahí resultó un para-

digma según el cual el orden de la naturaleza surgiría de modo casual a partir de estados menos ordenados. Las teorías acerca de la evolución cósmica y acerca de la auto-organización de la materia se interpretan, en ocasiones, como una extensión de ese paradigma a todos los fenómenos naturales.

En el nivel epistemológico se desarrolló un paradigma paralelo, según el cual resultarían irrelevantes las explicaciones en términos de direccionalidad, modos de ser, capacidades y tendencias; siempre sería posible sustituir esas explicaciones por otras en las que no figurasen esos conceptos. En la epistemología actual se discute acerca de los conceptos relacionados con las capacidades y las tendencias.

Por ejemplo, Q. Gibson ha estudiado la función explicativa de los *enunciados que expresan tendencias* [6]. Afirma que los enunciados acerca de tendencias *no son contrastables* y concluye que *carecen de valor*. El recurso a las tendencias respondería a la búsqueda de un empalme entre la naturaleza de las cosas, las circunstancias, y los efectos que realmente se producen; pero no se sabría cómo llenar ese hueco. Si las tendencias se dirigen hacia algo que no existe, esto sólo tendría sentido en el ámbito de la intencionalidad humana, a menos que se admita una especie de pan-psiquismo. Los enunciados de tendencias serían enunciados condicionales universales acerca de lo que sucede en el mundo real, pero no especificarían todas las condiciones requeridas para que se produzca un efecto concreto.

---

6. Las ideas de Gibson se encuentran en: Q. GIBSON, *Tendencies*, Philosophy of Science, 50 (1983), pp. 296-308.

Gibson afirma que los enunciados acerca de tendencias se prestan a *abusos metafísicos* y al *antropomorfismo*, y pretende evitar tales inconvenientes. Esta observación indica cuál es el problema filosófico de fondo. En efecto, afirmar las *tendencias* equivale a afirmar que las entidades poseen un *modo de ser* o una *naturaleza* cuyo dinamismo manifiesta una *direccionalidad*, y estas afirmaciones se relacionan con las posiciones realistas: concretamente, suponen un *realismo epistemológico*, según el cual las ciencias proporcionan conocimientos acerca de la naturaleza de las cosas, y un *realismo ontológico* según el cual las cosas poseen una naturaleza que es fuente de tendencias y de direccionalidad.

El ejemplo favorito de Gibson es el de las situaciones en las que *no existen efectos detectables* y que, de acuerdo con los defensores de las tendencias, se explicarían mediante el *equilibrio de tendencias reales*. Es el caso, por ejemplo, de dos equipos que tiran en direcciones opuestas de una misma cuerda, de tal modo que la cuerda no se desplaza. Si se recurre a tendencias, se afirmará que existen tendencias que actúan pero se equilibran. Incidentalmente, Gibson afirma que, en ese caso, no sucede nada, *si se exceptúa, por supuesto, que la cuerda se estira y otras cosas por el estilo*. Esta observación es importante. En efecto, equivale a admitir que, *de hecho, las tendencias producen resultados*, aunque podamos prescindir de ellos bajo ciertas perspectivas. Pero, en este caso, existen tendencias reales.

La existencia de tendencias reales parece innegable. Se trata de un supuesto básico de las ciencias. En el nivel científico, el problema se refiere a la posibilidad de construir conceptos que permitan representar las tendencias y tengan capacidad explicativa. En el nivel epistemológico, el pro-

blema se refiere a la determinación del alcance real de esos conceptos.

De acuerdo con quienes defienden la existencia de tendencias, la situación puede resumirse en los siguientes términos. En la naturaleza existen diferentes tendencias o *potencias activas que responden a la naturaleza de las cosas.* Actúan de modo combinado y, para detectarlas, hay que recurrir a experimentos en los cuales se aíslan los efectos de las tendencias particulares. La naturaleza es un sistema *abierto* en el cual interfieren las diferentes tendencias, y para conocerlas hay que provocar la existencia de sistemas *cerrados*, en los cuales sólo intervienen factores que podemos controlar. En los sistemas cerrados, o sea, en los experimentos en los cuales se eliminan las interferencias no deseadas, se pueden obtener leyes naturales que expresan secuencias constantes; una vez que disponemos de esas leyes, podemos proceder a explicar lo que sucede en los sistemas abiertos del mundo real en términos de las leyes que expresan tendencias. Este tipo de argumentación es defendida, por ejemplo, por Roy Bhaskar y Rom Harré[7].

Según Harré, una tendencia es una *potencia* que se encuentra como en suspenso, en camino de ser ejercitada o manifestada[8]. Según Harré, se trata de un concepto que desempeña una función central en la reflexión filosófica acerca de la ciencia:

---

7. Cfr. R. BHASKAR, *A Realist Theory of Science*, Leeds Books, Leeds 1975, pp. 33-36. Nos referiremos a las ideas de Harré a continuación con mayor detalle.

8. Cfr. R. HARRÉ, *The Principles of Scientific Thinking*, Mac Millan, London 1970, p. 278. Harré usa aquí y en muchos otros lugares el término *power*, que traducimos por *potencia*; se trata, evidentemente, de una potencia *activa* o capacidad de actuar.

> "Intento mostrar que el concepto de potencia (*power*) puede desempeñar una función central en una teoría metafísica conforme con una filosofía realista de la ciencia...; mostraré que las potencias no sólo son indispensables en la epistemología de la ciencia, sino que son el auténtico corazón y la clave de la mejor metafísica para la ciencia. Al hacerlo, mostraré que el concepto de potencia no es mágico ni oculto, sino tan empírico como podamos desear, e incluso más rico en capacidad que los conceptos a los que sucede...; debemos disponer del concepto de potencia para que la ciencia tenga sentido"[9].

En los análisis de Harré, el concepto de potencia (*power*) expresa potencia activa, poder, fuerza, energía, y se encuentra relacionado con los conceptos de disposición (*disposition*), propensión (*propensity*), dirección (*trend*), tendencia (*tendency*) y potencia pasiva o capacidad de intervenir en acciones provocadas por las potencias activas (*liability*). Todos ellos expresan aspectos relativos a capacidades y direccionalidad.

Según Harré, la afirmación de una potencia no es una aserción categórica acerca de la presencia de una cualidad, sino un enunciado condicional o hipotético genérico, ya que no especifica a qué tipo de cuestiones concretas se aplica, acompañado por condicionales subjuntivos que se refieren a casos en los que no se ha manifestado y que tienen la forma: "si se sometiera a tales condiciones, entonces sucedería tal efecto". Harré afirma que las entidades tienen potencias, incluso si no las ejercitan. La diferencia entre lo que tiene una potencia para comportarse de un determinado modo y lo que no la tiene, no se refiere a su actuación, ya que puede suceder que esa potencia nunca se ejerza; *la diferencia se refiere a lo que las entidades son*: es una diferencia en su *naturaleza intrínseca.*

---

9. R. HARRÉ, *Powers*, The British Journal for the Philosophy of Science, 21 (1970), pp. 81, 83 y 85.

Evidentemente, tal como Harré lo advierte, la afirmación de las potencias supone la distinción entre las características *intrínsecas*, que forman parte de una entidad, y las condiciones *extrínsecas* que se refieren a circunstancias externas. Y las condiciones extrínsecas no equivalen a las condiciones necesarias para que la potencia se manifieste, ya que estas condiciones pueden ser internas o externas. Harré añade que las potencias se relacionan con la actividad y, por lo general, con las disposiciones de las entidades para sufrir cambios en virtud de su naturaleza esencial (o sea, a la capacidad que denomina *liability*): las disposiciones de este último tipo son las que suelen denominarse *propiedades disposicionales*, aunque su análisis es semejante al de las potencias activas.

Resulta patente que las potencias corresponden al concepto clásico de *potencia activa*, y el concepto opuesto (*liability*), al de *potencia pasiva*. Harré señala que esos dos conceptos son los extremos de todo un espectro, en el que existen diferentes grados de responsabilidad respecto a los comportamientos particulares, en los que intervienen las condiciones intrínsecas y las circunstancias externas.

Las consecuencias que extrae Harré de su estudio conducen al punto central de nuestro problema. Harré afirma que, para explicar la naturaleza, no basta con recurrir a condicionales: *existe una necesidad natural*, y lo que sucede responde al *modo de ser* de las entidades. Las dificultades se deben a perspectivas de tipo *empirista*, que sólo considera legítimo afirmar la existencia de *concomitancias* entre los eventos, negando la posibilidad de conocer *conexiones causales* reales que respondan a la naturaleza de las cosas.

Harré advierte que las dos perspectivas conducen a dos tipos diferentes de investigación científica. La empirista

buscará nuevos casos de concomitancias. La realista buscará conocer mejor las causas y sus efectos. *La investigación científica se lleva a cabo de acuerdo con la perspectiva realista.*

Las conclusiones de Harré coinciden básicamente con la línea de Bhaskar. Ambos defienden un realismo según el cual, para dar cuenta de la *inteligibilidad* en la ciencia, es necesario admitir que el *orden* que se descubre en la naturaleza existe independientemente de la actividad humana. Ese orden consiste en la *estructura* y *constitución* de las entidades, y en las *leyes causales*. Para dar razón de la ciencia se requiere una *ontología* que proporcione una respuesta esquemática a la cuestión: *cómo debe ser el mundo para que la ciencia sea posible* [10].

Bhaskar y Harré no extraen de sus análisis todas las consecuencias ontológicas que aquí sostenemos[11]. Pero subrayan con claridad que la ontología coherente con los conocimientos científicos actuales incluye, como ingrediente fundamental, la existencia de relaciones causales que se fundamentan en disposiciones, tendencias y capacidades; que estas características corresponden al modo de ser propio

---

10. Cfr. R. BHASKAR, *o. c.*, pp. 27-29.

11. Los análisis de Bhaskar y Harré se sitúan en la línea del *experimentalismo*, representado también por Ian Hacking (cfr. I. HACKING, *Representing and Intervening*, Cambridge University Press, Cambridge 1983), y no están exentos de dificultades. Me he limitado en el texto a señalar puntos de coincidencia. Sin embargo, no me parecen acertados otros aspectos de las obras de estos autores, que se refieren a planteamientos básicos y a problemas filosóficos importantes. Una exposición articulada de la epistemología de Harré se encuentra en: R. Harré, *Varieties of Realism*, Blackwell, Oxford 1986. En esta obra se afrontan problemas nada fáciles de la epistemología actual y, junto con análisis valiosos, se encuentran puntos de vista que no comparto.

de las entidades; y que es necesario admitir ese orden natural para dar razón de la ciencia.

Las construcciones científicas no pueden identificarse sin más con las características reales de la naturaleza. Sin embargo, entre los supuestos básicos de la ciencia experimental se incluye que existen entidades naturales que poseen un modo de ser propio, y que este modo de ser se manifiesta a través de disposiciones que tienen un carácter tendencial y, por tanto, direccional. El progreso científico amplía el alcance de estos supuestos. Los conceptos científicos se construyen de acuerdo con métodos teóricos y experimentales que se refieren a manifestaciones particulares de las características básicas de la naturaleza. La cosmovisión actual proporciona una base amplia para los conceptos de forma, tendencia y finalidad, que reflejan las dimensiones ontológicas de la naturaleza.

3.3. *Dinamismo y direccionalidad*

El modo de ser de las entidades es sólo una cara de la moneda. La otra cara de la explicación causal es la que se refiere a la *actividad*. Se trata, sin duda, de la misma moneda, puesto que, tal como lo expresa el adagio clásico, *el obrar sigue al ser*.

Con respecto a la actividad, la filosofía aristotélica distinguió la causa de donde procede el movimiento (que posteriormente se denominó causa *eficiente*) y la causa *final*. Los mayores problemas se han planteado con respecto a la causa final, que ha sido objeto de críticas sistemáticas,

entre las cuales destacan las de Spinoza[12], Kant[13] y Nicolai Hartmann[14].

La crítica principal que se ha dirigido contra la *finalidad natural* es la de ser una *categoría ilegítima*. En efecto, parece obvio que la finalidad sólo existe propiamente en las acciones libres de la persona, y la naturaleza no actúa racionalmente ni se propone fines: por tanto, el concepto de finalidad no se podría aplicar a la naturaleza.

Este argumento es, sin embargo, un arma de doble filo. Que la naturaleza no actúa racionalmente *por sí misma* es evidente para todo el que no profese una doctrina panteísta. Sin embargo, ello no prueba que no actúe *racionalmente*. Si se muestra que, de hecho, la actividad natural se desarrolla de un modo racional, habrá que concluir que esa racionalidad remite a una causa superior que, en definitiva, deberá ser un Dios personal e inteligente, creador de la naturaleza. Ese es el camino seguido por la *prueba teleológica* de la existencia de Dios. Por este motivo, los ataques contra la finalidad se han concentrado en dos frentes: han intentado mostrar, o bien que *no existe finalidad en la naturaleza*, o bien que *la finalidad natural existe, pero puede ser explicada mediante procesos puramente naturales*.

Respecto a la primera cuestión, la *existencia de la finalidad natural* resulta patente en el nivel biológico. In-

---

12. La crítica de Spinoza se encuentra en el Apéndice de la primera parte de la Etica: B. SPINOZA, *Etica demostrada según el orden geométrico*, Acervo Cultural, Buenos Aires 1977, pp. 47-54.

13. Kant articuló su crítica a la teleología en: I. KANT, *Critica del juicio*, segunda parte.

14. Hartmann dedicó a esa crítica una obra entera: N. HARTMANN, *El pensar teleológico*, Fondo de cultura económica, México 1964.

cluso aquellos que pretenden negarla se ven forzados a utilizar conceptos equivalentes. Este es el caso de Jacques Monod, Premio Nobel por sus trabajos en biología molecular. Monod escribió una obra dedicada a criticar la existencia de la finalidad natural[15]. Sin embargo, para explicar los fenómenos biológicos introdujo el término *teleonomía*, que expresa una idea muy semejante a la de finalidad. En el nivel físico-químico, no es difícil advertir la existencia de una *direccionalidad* que se manifiesta en forma de *tendencias* y de *cooperatividad*. Por supuesto, si se desea probar filosóficamente que la finalidad natural remite a un plan inteligente superior, hay que recorrer todavía un largo camino. Pero lo que ahora estamos afirmando es sólo que existen en la naturaleza dimensiones que corresponden a la idea de *finalidad*.

Respecto a la segunda cuestión, las *explicaciones naturalistas de la finalidad natural* suelen recurrir a la combinación de variaciones aleatorias y selección natural. Ya hemos aludido a estas explicaciones, y hemos señalado que pueden corresponder en parte a la realidad, pero que, sin embargo, no son suficientes para explicar la existencia del orden natural. El esquema variaciones-selección no explica cuáles son las causas propias de la organización de las entidades naturales. Las variaciones aleatorias pueden intervenir como un ingrediente de la morfogénesis, pero sólo resultan eficaces si existe un conjunto de entidades capaces de integrarse en pautas naturales, o sea, si existen pautas, direccionalidad y cooperatividad.

La negación de la finalidad natural suele responder a posiciones previas que no sólo carecen de base científica,

---

15. J. MONOD, *El azar y la necesidad . Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*, Barral, Barcelona 1970.

sino que cierran el camino al reconocimiento de dimensiones reales de la naturaleza y, por tanto, impiden plantear problemas científicos y filosóficos reales. Por ejemplo, la crítica de Kant es el resultado de su teoría del conocimiento, según la cual no podemos conocer las características reales de la naturaleza, sino sólo nuestro modo de conceptualizarla: se afirma que la naturaleza actúa *como si* persiguiera fines, pero nada nos autorizaría a afirmar que realmente los persiga, ya que sólo un ser racional es capaz de proponerse objetivos. Pero de este modo no se reconoce la existencia de tendencias naturales y de actividades cooperativas y, en consecuencia, se obtiene una representación inadecuada de la naturaleza y se pasa por alto el problema filosófico real, que consiste en explicar por qué la naturaleza actúa como lo hace.

En el caso de Monod, la crítica a la finalidad responde a un prejuicio cientificista. En efecto, Monod afirma que la finalidad choca con el primer postulado del método científico, que sería la *objetividad* de la naturaleza, o sea:

> "la negativa sistemática de considerar capaz de conducir a un conocimiento verdadero toda interpretación de los fenómenos dada en términos de causas finales, es decir, de proyecto".

Pero Monod reconoce que esa negativa es un *postulado*, que no puede demostrarse. Lo califica como:

> "postulado puro, por siempre indemostrable, porque evidentemente es imposible imaginar una experiencia que pudiera probar la no existencia de un proyecto, de un fin perseguido, en cualquier parte de la naturaleza. Mas el postulado de objetividad es consustancial a la ciencia, ha guiado todo su prodigioso desarrollo desde hace tres siglos. Es imposible desembarazarse de él, aunque sólo sea provisionalmente, o en un ámbito limitado, sin salir de la misma ciencia"[16].

16. *Ibid.*, p. 31.

Es cierto que el problema *metafísico* de la finalidad no puede resolverse en el interior de la ciencia experimental. Es discutible que las *explicaciones teleológicas* no desempeñen ninguna función en la ciencia; de hecho, ya hemos señalado que Monod sustituye la finalidad por el concepto equivalente de teleonomía[17]. En cualquier caso, la *negativa sistemática* de conceder ningún valor cognoscitivo a las explicaciones finalistas equivale, según las citas anteriores, a afirmar que sólo el método de la ciencia experimental puede conducir a conocimientos verdaderos. Y esto no es un postulado del método científico, sino una tesis filosófica de tipo cientificista que no sólo es contradictoria, sino que además, si se desarrolla de modo coherente, conduce a grandes dificultades epistemológicas.

Es fácil advertir que Monod mezcla tres problemas que, si bien se encuentran relacionados, son diferentes: el problema ontológico, el epistemológico y el metafísico. Monod responde negativamente en los tres casos, pero no es coherente con su negativa, ya que, al utilizar el concepto de teleonomía, reconoce implícitamente que existen dimensiones ontológicas y epistemológicas de tipo finalista. Su negativa parece estar demasiado condicionada por el tercer problema, como si respondiera a un intento de fundamentar científicamente su negación de la trascendencia.

Consideremos más en concreto las tres dimensiones de la finalidad, que dan lugar a tres problemas que, si bien se encuentran relacionados, no son idénticos. El primero es de tipo *ontológico*, y se refiere a la existencia de *dimen-*

17. Puede verse un análisis de las perspectivas actuales sobre este problema, referido a la biología en: MARCOS, A., *Teleología y teleonomía en las ciencias de la vida*, Diálogo filosófico, nº 22, enero-abril 1992, pp. 42-57.

siones finalistas en la naturaleza. El segundo es de tipo *epistemológico*, y se refiere a la función que en las ciencias pueden desempeñar las *explicaciones teleológicas*. El tercero es de tipo *metafísico*, y se refiere a la existencia de un *plan superior* que gobierna la naturaleza. Nos referiremos ahora a cada uno de estos problemas en el orden mencionado.

Respecto al problema *ontológico*, la existencia de *dimensiones finalistas* en la naturaleza resulta patente desde la perspectiva del entrelazamiento del dinamismo y la estructuración. Hemos visto que la *estructuración* se encuentra en todos los niveles de la naturaleza y, de modo privilegiado, en las *pautas*. La existencia de cualquier estructura supone que las entidades y dinamismos que concurren en su producción tienen una direccionalidad y se integran en un resultado común. La *morfogénesis*, que tiene como resultado la producción de pautas propiamente dichas, sólo se explica mediante tendencias cooperativas. Los *sistemas centrales* surgen de procesos de este tipo y, a su vez, son fuentes de nuevos dinamismos que se despliegan de modo direccional.

Nuestro análisis del orden en las ciencias y en la naturaleza ha puesto de relieve ampliamente la existencia de una *direccionalidad* que se manifiesta en forma de *tendencias* y de *cooperatividad*. El concepto de *finalidad* expresa la existencia de esas dimensiones, que son ontológicas porque se refieren al modo de ser de las entidades naturales y de su dinamismo. En este nivel, la afirmación de la finalidad se limita a conceptualizar esas dimensiones ontológicas.

En la filosofía aristotélica, *la finalidad natural se relaciona con el bien*. Aquí se encuentra una posible fuente de dificultades. En efecto, parecería que el concepto de *bien* sólo podría aplicarse propiamente en el contexto de la

actividad racional libre. ¿Qué sentido tendría hablar del bien cuando nos referimos a la trayectoria de los planetas o a las afinidades químicas?

En el contexto aristotélico, esa dificultad encuentra una triple respuesta. En primer lugar, se identifica el bien con la *perfección* y, en definitiva, con la *actualidad* y el *ser*; en este sentido, los procesos se dirigen hacia la actualización de potencialidades y, por tanto, poseen una bondad desde el punto de vista ontológico. En segundo lugar, la *cosmovisión* aristotélica proporcionaba una *base física* para esa conceptualización. Se afirmaba, en efecto, que la actividad de las diferentes entidades imitaba a su modo la perfección eterna: los cuerpos celestes, mediante su movimiento circular perpetuo; los vivientes, mediante la generación que hace posible la perpetuación de la especie a través de la corrupción de los individuos; y los cuerpos no vivientes, mediante los movimientos naturales de los elementos componentes, cada uno de los cuales tendía hacia su lugar natural dentro de un cosmos jerarquizado también topológicamente. En tercer lugar, la naturaleza se contemplaba como un conjunto de *niveles jerarquizados que hacían posible la vida humana*, y puesto que *el hombre venía concebido como el centro y fin de la naturaleza*, especialmente en la perspectiva cristiana, podía afirmarse que el desarrollo del dinamismo natural tendía hacia un fin que podía identificarse con el bien en sentido propio.

Esta tercera consideración sigue siendo válida en la actualidad. Evidentemente, no significa que cualquier proceso natural sea beneficioso para el hombre desde el punto de vista físico. Significa que el dinamismo natural posee unas características tales que su despliegue conduce a un entramado muy complejo, enormemente organizado y altamente específico que hace posible la vida humana. Esta idea

se apoya actualmente en conocimientos profundos y precisos. En este sentido, resulta lógico afirmar que el dinamismo natural y sus despliegues concretos tienen una *bondad* real y cooperan a la consecución de una *perfección* que constituye la culminación de la naturaleza.

También es posible aludir a las ventajas que el hombre puede obtener de la gran variedad de aspectos de la naturaleza. Pero si se desea que este argumento sea concluyente, hay que completarlo con una referencia a la providencia divina. En ese caso, el argumento se hace aún más fuerte, ya que permite contemplar los males físicos en función de bienes espirituales de orden superior.

En definitiva, la explicación de la naturaleza ha de incluir la existencia de una direccionalidad que se manifiesta en forma de tendencias y de cooperatividad. Cuando se afirma la existencia de la *finalidad natural*, sólo se introduce un concepto ontológico que representa características fundamentales del dinamismo natural.

Respecto a *la función de las explicaciones teleológicas en las ciencias*, ya hemos examinado las diferentes conceptualizaciones científicas del *orden* que, de acuerdo con las modalidades propias de cada tipo de construcción científica, corresponden a dimensiones finalistas de la naturaleza. Cualquier explicación científica apunta hacia dimensiones del orden natural y, en ese sentido, puede ser considerada como explicación teleológica.

En un sentido más restringido, las explicaciones teleológicas ocupan un lugar destacado cuando se estudian aspectos de la naturaleza en los que se da un alto grado de *organización* y, por tanto, de *funcionalidad*. Este es, sobre todo, el caso de las ciencias biológicas.

Sin embargo, siempre es posible sustituir, de algún modo, las explicaciones teleológicas por otras que no posean rasgos lógicos propiamente teleológicos. Esa posibilidad responde a la perspectiva básica que se adopta en la ciencia experimental, que se centra en torno a conceptos operacionales. El concepto *ontológico* de finalidad es de otro orden; incluye manifestaciones particulares que se refieren a fenómenos observables, pero las expresa de modo filosófico, considerando de modo explícito las dimensiones ontológicas. En cambio, en la ciencia experimental no se tematizan explícitamente esas dimensiones.

Las dimensiones ontológicas y, en concreto, la finalidad natural, forman parte de los supuestos filosóficos de las ciencias y, además, el progreso científico contribuye a conocerlas mejor; pero no forman parte del lenguaje científico en sentido estricto. Se comprende, por consiguiente, que la ciencia experimental se encuentre estrechamente relacionada con la finalidad natural, tanto en sus supuestos como en sus logros, y que, sin embargo, pueda prescindir de conceptos finalistas en un sentido ontológico.

Por fin, por lo que respecta al *problema metafísico de la finalidad*, o sea, a la existencia de un *plan superior* que gobierna la naturaleza, la existencia de dimensiones finalistas lo sugiere claramente, y por este motivo, el argumento teleológico para probar la existencia de un Dios personal, creador y providente ha encontrado numerosas formulaciones a lo largo de la historia.

Ya nos hemos referido a ese argumento y a algunas explicaciones naturalistas que se formulan con la intención de negar su valor. Lo analizaremos más detenidamente cuando examinemos de modo expreso la fundamentación metafísica de la naturaleza. Por el momento, sólo añadiremos que las actitudes metafísicas suelen condicionar el

estudio epistemológico y ontológico de la finalidad. Las críticas dirigidas contra la finalidad natural en esos dos terrenos suelen provenir de razones anti-metafísicas, y por este motivo suelen recurrir a explicaciones que resultan insuficientes para representar el dinamismo natural tal como existe en la realidad y para dar razón del alcance del conocimiento científico.

3.4. *La necesidad de la naturaleza*

El problema de la *necesidad* ocupa un puesto central en la búsqueda de la inteligibilidad. Comprendemos algo en la medida en que sabemos por qué es como es; si esa explicación tiene un carácter *contingente* no se considera enteramente satisfactoria. Por ejemplo, cuando llegamos a saber que, *de hecho*, la combinación de determinados componentes produce una substancia concreta, nos preguntaremos todavía si esto siempre es así, y en caso contrario, buscaremos determinar en qué condiciones sucede y nos volveremos a preguntar por qué sucede en esas condiciones y no en otras.

El concepto de necesidad puede aplicarse tanto a los problemas que se refieren a la *realidad* como a los que se refieren a nuestro *conocimiento* de ella. En los dos casos responde a una misma idea básica: algo es necesario si *no puede ser de otro modo* [18].

Algo puede ser necesario en sentido *absoluto*, si no depende en modo alguno de ninguna condición, o en sen-

18. Cfr. ARISTÓTELES, *Metafísica*, V, 5, 1015 a 34 - 35.

tido *relativo*, si es necesario sólo en determinadas condiciones o bajo determinados supuestos. Estos dos tipos de necesidad no expresan una simple gradación, pues reflejan un modo de ser diferente: en efecto, a algo necesario en sentido absoluto le corresponden las características que se atribuyen a lo divino. En cambio, *la necesidad relativa admite grados*, en función de la mayor o menor dependencia de las condiciones a las que se refiere.

El problema que se plantea consiste en determinar *qué tipo y qué grado de necesidad corresponde a la naturaleza.* Este problema admite tres respuestas básicas: que la naturaleza es necesaria en sentido absoluto, que lo es sólo en sentido relativo (en este caso, se plantea qué grado de necesidad posee), y que no es necesaria en ningún sentido.

La primera respuesta (que la naturaleza es necesaria en sentido absoluto) remite al problema propiamente *metafísico* acerca de la fundamentación radical de la naturaleza. La tercera respuesta (que la naturaleza no es necesaria en ningún sentido) no parece admisible, ya que, si no hubiese *ninguna* necesidad en lo natural, no existiría ningún tipo de regularidad ni de orden; entonces, no podrían existir la actividad científica, ni la tecnología, ni las actividades de la vida ordinaria que suponen la existencia de regularidades. Por tanto, centraremos ahora nuestra atención en la *necesidad relativa* que se da en la naturaleza y en sus *grados*.

La existencia de la naturaleza, tal como la conocemos en la actualidad, depende de *condiciones particulares* que podrían no haberse dado y pueden dejar de darse. En este sentido, hemos afirmado que las *formas* o *modos de ser* de las entidades naturales no son necesarias en sentido absoluto. La existencia de nuestro mundo depende de condiciones particulares que, de acuerdo con nuestros conocimientos actuales, no son necesarias.

Por ejemplo, bastarían algunos cambios en la distancia de la Tierra al Sol, o en la atmósfera, o en muchas otras condiciones concretas, para que la vida no fuese posible en la Tierra. De modo semejante, la estructura del Sistema Solar depende de condiciones particulares que son contingentes. El argumento puede extenderse, sin dificultad, a las demás estructuras del universo. De acuerdo con las teorías cosmológicas generalmente admitidas, pequeños cambios en las condiciones iniciales de nuestro universo habrían tenido efectos notables, y no existiría el universo tal como lo conocemos. Las condiciones que hacen posible la existencia del universo, del Sistema Solar, de la Tierra, de la vida en general y de la vida humana en particular, podrían no haberse dado.

Respecto a las *leyes básicas* que rigen los procesos naturales, es difícil determinar si siempre han sido las mismas. De acuerdo con las teorías de unificación, habría existido una época en la cual las leyes eran diferentes; una única fuerza gobernaría entonces toda la materia y energía, que también existiría en una forma muy diferente de la actual, y los sucesivos acontecimientos en la expansión del universo habrían causado la diversificación de las fuerzas y la formación de los componentes de nuestro mundo.

Sin embargo, la existencia de la naturaleza en su estado actual pone límites a *las condiciones que la hacen posible*. Este es un aspecto subrayado con razón por el *principio antrópico*. Por ejemplo, la naturaleza actual no existiría si la intensidad de las fuerzas básicas, o la masa de la Tierra, o la masa de las partículas que componen los átomos, tuviesen valores diferentes de los que realmente tienen. La lista de condiciones puede alargarse. La existencia de la naturaleza actual pone límites a las posibilidades de sus características básicas. Encontramos aquí una cierta

necesidad. En efecto, si bien la naturaleza en su estado actual es contingente, *es necesario que se hayan dado y se den en la actualidad las condiciones que hacen posible su existencia.*

En este sentido, las condiciones particulares y las leyes generales que se encuentran bien establecidas científicamente poseen un cierto grado de necesidad. Pero es difícil precisar ese grado, debido a las limitaciones de nuestro conocimiento. No sabemos si esas condiciones y leyes son sólo *suficientes*, o son también *necesarias*, para que exista nuestro mundo.

¿Podría responder a esta pregunta un ser con capacidades sobrehumanas, como los famosos *demonios* de Maxwell y de Laplace, que serían capaces de conocer con toda precisión las condiciones y las leyes? Un demonio, demiurgo o simplemente ser sobrehumano, que pudiera conocer con todo detalle los fenómenos físicos *desde el exterior*, poseería una información que todavía sería limitada, por muy perfecta que fuese. Sólo un Dios personal creador, que *da el ser* a todo lo que existe, conoce perfectamente todo, porque le da el ser.

Desde nuestro punto de vista, la previsión del futuro sólo es posible si el dinamismo natural se despliega de acuerdo con leyes, cuyo conocimiento es, para nosotros, siempre parcial. Además, debemos conocer las condiciones iniciales a las que se aplican esas leyes, y también existen limitaciones en este sentido. Un demonio o un demiurgo nos podrían avantajar en los dos aspectos. Pero, para que la previsión del futuro tuviese un carácter necesario, haría falta además que las leyes relacionaran de modo necesario las condiciones iniciales con los resultados futuros, o sea, que las leyes fuesen *deterministas*.

En la actualidad, suele afirmarse que existe un *indeterminismo* real en las leyes básicas de la naturaleza. Este punto de vista parece responder a las características del mundo microfísico, aunque las discusiones al respecto no pueden considerarse como definitivamente concluidas. Además, las teorías acerca del caos afirman que, aun suponiendo que existan leyes deterministas, pueden darse efectos impredecibles, porque pequeñas variaciones en las condiciones iniciales pueden hacer que unas mismas leyes conduzcan a resultados muy diferentes.

La situación real es todavía más difícil, debido a la complejidad que implican los conceptos de *ley* y de *condiciones iniciales*. Estos conceptos se utilizan de modo rutinario en las ciencias, pero suponen que se adopta la *perspectiva analítica*, según la cual la naturaleza puede descomponerse en entidades y procesos *independientes*, cuyas propiedades se investigan mediante experimentos en los cuales se aíslan y controlan los diferentes factores. A esta perspectiva se debe gran parte del progreso de la ciencia experimental. Sin embargo, los conocimientos que proporciona son siempre *parciales*, ya que nos resulta imposible abarcar todas las condiciones posibles. En consecuencia, nuestro conocimiento de las leyes es siempre *relativo* a algunos supuestos y puntos de vista particulares.

Por consiguiente, *no podemos afirmar, de modo absoluto, el determinismo de las leyes científicas*. En muchos casos se consigue formular leyes que permiten realizar predicciones muy exactas, pero esto resulta difícil cuando se estudian aquellos aspectos de la naturaleza que en sí mismos son más complejos o que, sin serlo, se encuentran muy alejados de nuestras posibilidades de observación directa. El determinismo resultaba coherente con las ideas mecani-

cistas, pero encuentra poco apoyo en los conocimientos científicos actuales.

Los conocimientos actuales subrayan, en cambio, la existencia de *tendencias* naturales hacia la formación de *pautas*. El orden de la naturaleza sólo es posible gracias a la *direccionalidad* y *cooperatividad* que existe en los niveles básicos de composición de la materia, y que se desarrolla de modo cada vez más complejo cuando se asciende a los niveles superiores. En los vivientes existe una organización muy compleja que supone la integración cooperativa de muchos niveles de cooperatividad.

Ya hemos aludido a los intentos de explicar la organización de la naturaleza mediante el recurso al azar. Sin duda, *si se entiende por azar la confluencia accidental de procesos independientes, el azar existe*: en efecto, la confluencia de procesos independientes no tiene lugar de modo necesario. Bajo este punto de vista, el azar ha podido desempeñar una función importante en los procesos pasados y puede desempeñarla también en la actualidad. Esto subraya más aún el carácter contingente de la naturaleza.

De todas maneras, si bien puede considerarse azarosa la confluencia de unos procesos concretos que cooperan en la producción de una pauta, debía existir previamente la posibilidad de que esa pauta se formase. En este aspecto no desempeña ninguna función el azar. Por consiguiente, aunque se suponga que existían originalmente sólo unas entidades básicas cuyas sucesivas combinaciones habrían producido, a lo largo de un enorme lapso de tiempo, los sistemas naturales actuales, el azar sólo podría haber desempeñado una función accidental: concretamente, que de hecho se hubieran dado, en cada caso, las coincidencias necesarias para la formación de nuevas pautas. Pero *el azar*

no puede explicar que esas pautas fuesen posibles y que, de hecho, se hayan formado.

En consecuencia, la intervención del azar en los procesos naturales no hace superfluo, en modo alguno, que hayan de existir las tendencias y la cooperatividad. La selección natural sólo puede actuar sobre unas pautas que ya existen, y para que esas pautas lleguen a existir, no sólo es preciso que existan unos componentes, sino también que esos componentes *puedan integrarse* de modo *cooperativo* en una nueva pauta.

Podría pensarse que en la naturaleza se producen muchas *variaciones aleatorias* y, por tanto, sólo hace falta que alguna de ellas pueda integrarse de modo cooperativo, lo cual podría suceder sin que exista ninguna direccionalidad. Pero esto no soluciona el problema. La posibilidad previa de una integración cooperativa debe existir tanto si los procesos ya existen como si los procesos que ya existen se combinan con otros nuevos.

Supongamos, por ejemplo, que una persona ingiere un alimento que no conocía. Puede suceder que le siente bien o mal, que le produzca efectos beneficiosos o nocivos o intermedios o neutros. Pero lo que resulte dependerá de las características del organismo y del alimento, con independencia de que el alimento ya existiera en el mercado y sólo fuese desconocido para quien lo ha ingerido, o de que se trate de un alimento realmente nuevo (por ejemplo, sintetizado artificialmente). Evidentemente, en el caso de las mutaciones genéticas, las variaciones no se encuentran en ese nivel externo, sino que se refieren a la información genética, pero también entonces es preciso que la información existente y la proveniente de la mutación posean unas *características* que permitan su *integración cooperativa.*

En definitiva, desde una perspectiva evolucionista en la que se subraya la importancia de las variaciones aleatorias y de otros procesos al azar, siempre es preciso suponer que la información genética original y lo nuevo que se le incorpora pueden integrarse cooperativamente, y esto implica la existencia de unas *capacidades reales* que hacen posible esa integración. Suponiendo, por ejemplo, que los organismos más complejos provinieran de las bacterias, sería preciso afirmar que las bacterias poseen unas características que hacen posible no sólo una primera integración de mutaciones, sino todas las sucesivas. Lo cual equivale a afirmar que *desde el principio existen unas capacidades que pueden actualizarse y, por tanto, una direccionalidad*, independientemente de que se actualice o no.

La existencia de la direccionalidad no significa que las potencialidades deban actualizarse necesariamente. Que se actualicen o no, puede depender de muchos factores aleatorios. Pero las potencialidades han de existir.

Todavía podría pensarse que, si existe una enorme variedad de posibilidades, el que se actualicen sólo algunas de ellas no responde a ninguna direccionalidad ni necesidad. La situación sería semejante a la de un bebé que potencialmente es músico, ingeniero, negociante, y tantas otras cosas más; que de hecho llegue a actualizar unas posibilidades y no otras, dependerá de circunstancias que, en gran medida, son aleatorias. Sin embargo, es evidente que lo que el bebé llegue a realizar depende de que es un ser humano y de sus características individuales. Un caballo no puede llegar a ser músico o ingeniero, y es difícil admitir que cualquier bebé pueda llegar a ser un excelente músico. Los resultados dependen de una conjunción de factores internos y externos; las condiciones externas hacen posible la actualización de capacidades internas, y además, para ello se requiere que

esas condiciones puedan integrarse con los factores internos. El azar nunca sustituye a las condiciones internas.

3.5. *Ser, unidad y necesidad*

Las formas, las potencialidades y los fines proporcionan la clave de la inteligibilidad de la naturaleza. Examinaremos ahora cómo se aplican estos conceptos al estudio de tres problemas centrales de la explicación de la naturaleza: la articulación de los binomios *ser-devenir*, *unidad-multiplicidad*, y *necesidad-contingencia*.

La *articulación del ser y el devenir* corresponde al entrelazamiento de dinamismo y estructuración. El despliegue del dinamismo natural produce estructuras que, en ocasiones, constituyen sistemas unitarios que son el resultado de procesos y, a su vez, son fuente de nuevos tipos de procesos.

El modo de ser de los sistemas centrales corresponde al concepto de forma. Estos sistemas son centros del dinamismo y la estructuración. Poseen un modo de ser unitario, con características holísticas que no se dan en sus componentes. Poseen un dinamismo propio, que se despliega mediante la actualización de potencialidades en función de las circunstancias.

Cuando se consideran entidades naturales que poseen un grado elevado de organización, no es difícil distinguir lo que corresponde a sus propiedades internas y a las circunstancias externas; en otros casos esa distinción ofrece mayores dificultades. Pero, desde el punto de vista de la filosofía, la articulación entre ser y devenir sigue el mismo es-

quema básico en todos los casos: el despliegue del dinamismo natural consiste en la actualización de potencialidades reales (disposiciones, capacidades, tendencias) en condiciones contingentes.

Ese despliegue tiene un carácter direccional, precisamente porque corresponde a la actualización de tendencias. Sus resultados son contingentes, porque dependen de circunstancias que no se dan de modo necesario. La actualización de las tendencias no se realiza de modo necesario, ya que depende de circunstancias contingentes: el azar, entendido como confluencia accidental de diferentes dinamismos, desempeña una función importante en la producción de las entidades naturales, que son contingentes. Por tanto, la direccionalidad no significa que, sean cuales sean las circunstancias, se hayan de producir unos resultados determinados.

La *articulación de la unidad y la multiplicidad* se relaciona con la existencia de pautas unitarias, que se producen como resultado de la integración de diferentes dinamismos. La modelización o formación de pautas muestra el carácter cooperativo de las entidades naturales, y es uno de los aspectos más destacados de la cosmovisión actual. La cooperatividad es una manifestación de la direccionalidad de la naturaleza.

La modelización supone, como condición de su posibilidad, que las entidades naturales poseen unas potencialidades cuyo despliegue puede integrarse de modo unitario. Esto no significa que necesariamente haya de producirse una integración de ese tipo, sino sólo que existe la posibilidad de que así suceda; en algunos casos y bajo determinadas condiciones, esa posibilidad se actualiza.

Puesto que el concepto de forma se refiere al modo de ser propio de las entidades materiales y esas entidades son contingentes, las formas también lo son. No obstante, una vez que existen entidades con un modo de ser propio y mientras se den las condiciones que hacen posible su existencia, las formas determinan un ámbito en el que se da una cierta necesidad: el desarrollo de los procesos naturales se encuentra condicionado por las características de las entidades naturales, especialmente de los sistemas centrales que corresponden a la noción de substancia.

La multiplicidad se relaciona con las condiciones materiales, que son espacio-temporales. Las entidades naturales existen en condiciones espaciales y temporales. Las condiciones espaciales se refieren principalmente a la extensión, de la que resultan la localización, el tamaño y la figura. Las condiciones temporales se refieren a la duración y al movimiento o despliegue sucesivo de las potencialidades.

El término *materia* se utiliza en dos sentidos principales. En primer lugar, como *substantivo*, para designar entidades singulares; en este sentido hablamos de *la materia*, refiriéndonos a los cuerpos concretos. Pero también se utiliza para designar las condiciones espaciales y temporales; en este segundo sentido se dice que una entidad es *material*, y la materia se utiliza como *adjetivo*. El concepto clásico de *materia primera* responde a este segundo sentido; en efecto, no expresa una entidad que tenga un modo de ser propio, sino las *condiciones materiales* propias de los entes naturales. Las condiciones materiales se relacionan con la multiplicidad de las entidades naturales, ya que unos mismos modos de ser pueden encontrarse realizados en condiciones materiales diferentes.

El modo de ser de las entidades naturales no se reduce a la simple combinación de sus componentes. Por ejemplo,

para que se produzca agua basta que el oxígeno y el hidrógeno interactúen en determinadas proporciones y condiciones, pero el agua posee propiedades emergentes holísticas: tiene *un nuevo modo de ser con su propio dinamismo tendencial*. La forma se refiere al modo de ser, que no existe aparte de los componentes y de las condiciones materiales, pero tampoco se agota en ellos.

La forma expresa un modo de ser propio y unitario. Pero existen grados diferentes de unidad y organización. El modo superior es el propio de los vivientes: su ser se conserva a través de los cambios de los componentes, las partes trabajan para el todo, la unidad puede conservarse aunque se den amputaciones o añadidos extraños. En los vivientes se dan procesos de desarrollo, asimilación, regeneración, cooperación, autorregulación, reproducción. Los modos de ser propios de otras formaciones naturales poseen diferentes grados de unidad.

Respecto a *la articulación de la necesidad y la contingencia*, si bien la naturaleza no posee una necesidad absoluta, existen, sin embargo, aspectos relativamente necesarios que proporcionan un fundamento para la inteligibilidad de la naturaleza.

En efecto, la existencia de las entidades singulares es contingente, pero una vez que existen, poseen unas características que condicionan los sucesivos despliegues del dinamismo natural. El sistema total de la naturaleza abarca entidades con un alto grado de organización, que se encuentran en niveles relacionados entre sí: existe un orden jerárquico de niveles graduales, que se relacionan de modo cooperativo. El orden se manifiesta bajo múltiples dimensiones, y permite el conocimiento de las características fundamentales de la naturaleza.

Las substancias tienen un modo de ser propio, al que corresponde el sentido clásico de *naturaleza* como principio intrínseco de dinamismo y estructuración. Son el resultado de procesos y están inmersas en procesos, pero su modo de ser tiene características propias y poseen capacidades de tipo tendencial: esto explica que, si bien son contingentes en sentido absoluto, poseen una *consistencia propia* y, por tanto, una inteligibilidad: es posible dar razón de su modo de ser, de sus propiedades, de sus potencialidades y de sus tendencias.

La noción de *consistencia* se relaciona con las de solidez, trabazón y coherencia. Significa, por ejemplo, que algo se comporta de modo regular, que está organizado de tal modo que sus partes cooperan armónicamente, que su forma tiene una cierta permanencia. Estas características se dan ampliamente en muchas entidades naturales de todos los niveles, y responden a un principio interno, a un dinamismo propio de lo natural.

El dinamismo natural se despliega como *información*. Existen programas de actuación. En los vivientes, esos programas se manifiestan a través de la información genética. Pero también en el nivel físico-químico existe una información que guía los procesos, se almacena en las estructuras, y se despliega en función de las circunstancias. La información característica de los diferentes dinamismos se integra, dando lugar a nuevas pautas de información.

La inteligibilidad de la naturaleza se encuentra relacionada con la existencia del *orden*. Pero posee también otra dimensión fundamental, en cuanto se relaciona con el *bien*. En efecto, es posible aplicar a la naturaleza la noción de *bien*, especialmente si se contempla el sistema total de la naturaleza como un conjunto de condiciones que hacen posible la vida humana.

En la naturaleza se combinan la necesidad y la contingencia. En medio de circunstancias aleatorias, existe un orden que manifiesta una consistencia en el ser y en el obrar. Desde nuestro punto de vista, la inteligibilidad de la naturaleza es *contextual*, porque el orden natural es contingente y no podemos encontrar razones necesarias acerca de su existencia y sus características. Por ser contextual, la inteligibilidad de la naturaleza también es *parcial*, o sea, no se nos manifiesta de modo completo. Sin embargo, el orden natural existe realmente y posee un cierto grado de necesidad, lo cual permite afirmar que la inteligibilidad de la naturaleza es *auténtica*.

Para llevar más adelante el examen de la inteligibilidad de la naturaleza es preciso plantear dos problemas que se refieren a las dimensiones metafísicas. El primero se refiere a la fundamentación radical de la naturaleza y, por tanto, al problema de la trascendencia. El segundo se refiere a la relación entre la persona humana y la naturaleza. Estos son los problemas que examinaremos a continuación.

Capítulo VI
NATURALEZA Y TRASCENDENCIA

La explicación radical de la naturaleza se encuentra entre los problemas centrales de la filosofía en todas las épocas, y continúa siendo objeto de la mayor atención en la actualidad.

Centraremos nuestro estudio, en continuidad con las reflexiones precedentes, en torno a los aspectos relacionados con la cosmovisión científica. Por este motivo, consideraremos en primer lugar qué relaciones existen entre los conocimientos científicos y el problema de la trascendencia. En segundo lugar, examinaremos el argumento teleológico, subrayando sus conexiones con la cosmovisión actual. En el apartado final, el análisis de varias perspectivas especialmente relevantes desde el punto de vista histórico y de algunas posiciones naturalistas actuales nos permitirá resaltar cómo pueden contemplarse las dimensiones básicas de la naturaleza a la luz de su fundamentación metafísica radical.

1. Ciencia y trascendencia

¿Es posible conseguir una integración entre la perspectiva científica y los problemas relativos a la trascendencia? Sin duda, las ciencias y la teología natural adoptan enfoques diferentes. Sin embargo, es posible integrarlos, con tal que se respete su diversidad y se adopte la perspectiva exigida por cada tipo de problemas.

1.1. *El desfase metodológico*

Aunque se acepta generalmente que la ciencia experimental estudia la naturaleza buscando un conocimiento que permita un dominio controlado de la misma, no existe unanimidad acerca de la valoración de su alcance. En cualquier caso, debe admitirse que la ciencia se caracteriza básicamente por su recurso a la construcción de teorías que pueden someterse al control experimental.

Cada disciplina científica adopta una perspectiva que se fundamenta en unos determinados predicados básicos y operaciones instrumentales. De este modo se realiza un *corte* en la realidad, mediante el cual se centra el estudio en los modelos ideales que se construyen. El significado de las construcciones científicas se define dentro de un contexto teórico que se refiere a la naturaleza mediante criterios operacionales. Obviamente, cualquier *objetivación* de este tipo

tiene un carácter histórico, pues depende de los conceptos e instrumentos disponibles en cada momento[1].

De este modo se consigue la *intersubjetividad* científica, que supone la adopción de definiciones y criterios operacionales que, en parte, tienen un carácter convencional. Ese modo de operar permite alcanzar una verdad que es contextual y parcial, pero auténtica.

Dado que cada disciplina científica opera dentro de una objetivación particular, el método científico deja abierta la posibilidad de un estudio dirigido hacia las condiciones radicales del ser. Cualquiera que sea la posición metafísica que se adopte, es forzoso reconocer que siempre *existe un salto metodológico entre las perspectivas científica y metafísica.*

Sin embargo, de acuerdo con algunas posiciones *naturalistas*, no se daría ese salto, ya que el método científico sería el único legítimo. Según Ian Barbour, esas posiciones afirman que sólo existe un tipo aceptable de explicación; extrapolan los conceptos científicos más allá de su uso legítimo, de modo que dan lugar a filosofías naturalistas; ignoran el carácter abstractivo y selectivo de las ciencias; e incurren en lo que Whitehead denominó la *falacia*

---

1. Los aspectos epistemológicos del problema que se estudia en este apartado y en los siguientes están tratados con amplitud en: M. ARTIGAS, *Filosofía de la ciencia experimental*, cit., cuyo enfoque coincide en buena parte con el *objetualismo realista* de Evandro AGAZZI: cfr. E. Agazzi, *Eine Deutung der wissenschaftlichen Objectivität*, Allgemeine Zeitschrift für Philosophie, 3 (1978), pp. 20-47; *Vérité partielle ou approximation de la vérité?*, en: AA. VV., *La nature de la vérité scientifique*, Ciaco, Louvain-la-Neuve 1986, pp. 103-114; *L'objectivité scientifique*, en: E. AGAZZI (editor), *L'objectivité dans les différentes sciences*, Editions Universitaires, Fribourg 1988, pp. 13-25.

de la concreción deslocalizada (*the fallacy of misplaced concreteness*)[2].

En efecto, el naturalismo convierte gratuitamente la diferencia de métodos en una contradicción, al negar la validez de cualquier perspectiva que no sea la científica. Con frecuencia afirma que, a medida que progresa la ciencia, los argumentos metafísicos deben retroceder, y concluye que sería legítimo desembarazarse definitivamente de ellos. Se concentra en ejemplos históricos que parecen favorables a sus tesis, dejando intactos los problemas de fondo. Además, el presunto reemplazamiento de las explicaciones metafísicas por las científicas con frecuencia obedece a una falta de profundidad filosófica, tal como sucede, por ejemplo, cuando la actividad de los sistemas físicos es presentada como incompatible con la existencia del espíritu o de Dios.

Kurt Hübner afirma que el naturalismo es la *ontología de la ciencia*, y lo combate argumentando que se trata de una filosofía que no puede ser demostrada y que, por consiguiente, su aceptación depende de razones subjetivas. Concluye que, en nuestra edad científica, es legítimo aceptar perspectivas que incluyen una *estructura mítica*, en el sentido de que contemplan la naturaleza como reflejo de dimensiones trascendentes[3]. Sin embargo, no es exacto decir que la ciencia supone una ontología naturalista, si se habla de ontología en sentido fuerte. El naturalismo es más

---

2. Cfr. I. G. BARBOUR, *Ways of Relating Science and Theology*, en: R. J. RUSSELL-W. R. STOEGER-G. V. COYNE (editores), *Physics, Philosophy, and Theology: A Common Quest for Understanding*, Vatican Observatory, Vatican City State 1988, p. 25.

3. Cfr. K. HÜBNER, *Die Wahrheit des Mythos*, C. H. Beck, München 1985; *La naissance de l'age scientifique, resultat des lois ou du hasard?*, Epistemologia, 10 (1987), pp. 27-38.

bien una forma de *cientificismo*, o una ideología pseudocientífica, cuando se presenta como si viniera avalado por la ciencia. Y puede resultar desorientador defender la legitimidad de la trascendencia recurriendo a lo mítico, aunque Hübner precisa que no entiende ese término en su sentido clásico, sino como la contemplación de la naturaleza impregnada de dimensiones espirituales.

Aunque suele aceptarse que existe un salto metodológico entre ciencia y metafísica, también se afirma con frecuencia que ambas perspectivas deben relacionarse mediante un diálogo, y que la ciencia conduce hasta cuestiones fronterizas con la teología[4]. Sin embargo, parece que la teología natural ha de basarse en consideraciones metafísicas y no en la ciencia[5]. Por tanto, es lógico preguntase si existen realmente esas cuestiones fronterizas entre la ciencia, la metafísica y la teología natural.

---

4. Cfr. I. BARBOUR, *o. c.*, pp. 21 y 33-40 ; F. RUSSO, *Objectivité scientifique et options religieuses et philosophiques*, en: P. POUPARD (editor), *Science et foi*, Desclée, Tournai 1982, pp. 96-97.

5. Cfr. J. CASANOVAS, *Cosmologie et religion*, en: P. POUPARD (editor), *Science et foi*, cit., p. 66; W. NORRIS CLARKE, *Is a Natural Theology Still Possible Today?*, en: RUSSELL~STOEGER~COYNE (editores), *o. c.*, pp. 103-105.

1.2. *Cuestiones fronterizas*

John Polkinghorne afirma que:

> "existen cuestiones que *surgen de la ciencia* y que exigen insistentemente una respuesta, pero que, por su naturaleza, trascienden las competencias de la ciencia"[6].

Sin duda, éstas serían cuestiones fronterizas típicas.

Para caracterizarlas con mayor exactitud, debe explicarse qué significa que esas cuestiones *surgen de la ciencia*. Esto podría significar que se plantean o son causadas como consecuencia de algo que es propiamente científico. Pero es difícil comprender cómo puede suceder esto, teniendo en cuenta el desfase metodológico que existe entre ambas perspectivas.

Pueden distinguirse dos casos posibles. Uno se refiere a problemas científicos que pueden provocar que los sujetos que los estudian se planteen cuestiones metafísicas; se trataría de *conexiones subjetivas*. El otro se refiere a *supuestos generales* de la ciencia y a *perspectivas generales* acerca de sus logros; éstos parecen mejores candidatos para ser cuestiones fronterizas.

En el primer caso, el de las *conexiones subjetivas*, Polkinghorne habla de:

> "una sensación muy difundida entre quienes practican la ciencia, especialmente entre quienes hemos trabajado en la física fundamental, de que la ciencia no lo dice todo acerca del mundo físico. Como consecuencia de esa sensación, vivimos en una

---

6. J. C. POLKINGHORNE, *A Revived Natural Theology*, en: J. FENNEMA-I. PAUL (editores), *Science and Religion. One World: Changing Perspectives on Reality*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1990, p. 88.

época en la que se está dando un renacimiento de la teología natural, por parte de los científicos más aún que de los teólogos"[7].

Como ilustración, Polkinghorne se refiere a Paul Davies. Esta referencia no resulta muy clarificadora, puesto que Davies propone una perspectiva de tipo panteísta, relacionada con la posible auto-creación del universo, como si estuviera relacionada con la ciencia. Además, Davies presenta sus ideas como si gozaran de aceptación general entre los físicos, y afirma que en la actualidad la ciencia ofrece un camino más seguro para llegar a Dios que la religión[8]. Se trata, por tanto, de una posición muy confusa, que difícilmente puede ser considerada como un ejemplo de cuestiones fronterizas auténticas; en efecto, Davies plantea los problemas clásicos de la teología natural, pero utiliza, para resolverlos, argumentos que no son rigurosos ni desde el punto de vista de la filosofía ni del de la ciencia[9].

La *cosmología* es, en la actualidad, una fuente de presuntas cuestiones fronterizas. Los científicos y teólogos afirman, por lo general, que la cosmología científica no puede probar ni refutar la doctrina de la *creación*[10]. Pero algunos afirman que "hay suficiente evidencia hoy día para justificar la creencia de que el universo comenzó a existir sin

---

7. *Ibid.*

8. Cfr. P. DAVIES, *God and the New Physics*, Dent, London 1983, pp. VIII-IX, 38 y 223.

9. Cfr. M. ARTIGAS, *Física y creación: el origen del universo*, cit.; W. E. CARROLL, *Big Bang Cosmology, Quantum Tunneling from Nothing, and Creation*, Laval théologique et philosophique , 44 (1988), pp. 59-75; W. L. CRAIG, *God, Creation and Mr Davies*, The British Journal for the Philosophy of Science, 37 (1986), pp. 163-175.

10. Cfr. S. L. JAKI, *From Scientific Cosmology to a Created Universe*, The Irish Astronomical Journal, 15 (1982), pp. 253-262.

una causa"[11]. No es difícil mostrar que, en realidad, la creación es un problema metafísico que no puede ser tratado mediante los métodos de la ciencia: si se intenta hacerlo, más que de una cuestión fronteriza, se trata de una reducción ilegítima.

Polkinghorne se refiere también al *principio antrópico* como otra cuestión fronteriza, que incluso sería uno de los pilares de la nueva teología natural que está emergiendo desde la ciencia[12]. Sin embargo, más bien parece tratarse de un nuevo caso de la tendencia de algunos científicos a plantearse problemas metafísicos a propósito de su trabajo en la ciencia. Desde luego, el científico tiene tanto derecho como cualquier otra persona a plantearse problemas metafísicos, y si entonces se habla de cuestiones fronterizas, pueden encontrarse tantas cuantas se deseen. Pero esto no significa que la ciencia, como tal, conduzca a la metafísica; más bien, su método es ajeno a las cuestiones metafísicas, y no permite formularlas ni resolverlas.

En definitiva, parece que *ningún problema que pueda plantearse dentro de la ciencia será una genuina cuestión fronteriza*. Se entiende que los metafísicos y los teólogos valoren positivamente que los científicos relacionen sus problemas con la metafísica; pero se trata de una cuestión fáctica, que responde a la tendencia metafísica de toda persona. Propiamente hablando, las cuestiones metafísicas exigen planteamientos y soluciones propios, a los que no llega el método de la ciencia experimental.

---

11. Q. SMITH, *The Uncaused Beginning of the Universe*, cit.
12. Cfr. J. POLKINGHORNE, *o. c.*, p. 89.

En el segundo caso, las cuestiones fronterizas serían los *supuestos generales* de la ciencia y las *perspectivas generales* acerca de sus logros.

En este contexto, Polkinghorne menciona la *inteligibilidad* como un buen candidato a ser una cuestión fronteriza. Puesto que la realidad es unitaria, debe ser posible formular explicaciones *coherentes* que conecten los diferentes niveles de la realidad. Además, Polkinghorne se refiere a la *perspectiva general* (*insight*), que es "un modo de considerar la totalidad de las cosas que tiene coherencia e inteligibilidad"[13].

Ciertamente, la ciencia supone que la realidad es inteligible, y el éxito de la ciencia puede ser considerado como una justificación de ese supuesto. Además, la ciencia proporciona conocimientos que permiten formular una imagen del mundo. El análisis de la inteligibilidad supuesta por la actividad científica y de la inteligibilidad implicada en sus logros es propiamente una tarea filosófica. Sin embargo, se trata de una tarea íntimamente relacionada con la existencia y los logros de las ciencias. Por tanto, es posible considerarla como una cuestión fronteriza.

Los *supuestos generales* de la ciencia son otro buen candidato. En la lista de cuestiones fronterizas enumeradas por Barbour, ocupa el primer puesto[14]. Se trata de los supuestos de la actividad científica como tal, sin los cuales la ciencia no tendría sentido; por tanto, pueden ser considerados como condiciones necesarias de la ciencia, y cabe interpretar el éxito de la ciencia como una retro-justificación de la validez de esos supuestos. Se trata, por ejemplo, de la

---

13. *Ibid.*
14. Cfr. I. BARBOUR, *o. c.*, pp. 33-34.

causalidad; de la creencia en la simplicidad y uniformidad de la naturaleza; de los motivos teóricos que llevan a los científicos a la búsqueda de la inteligibilidad.

Por ejemplo, se ha destacado *la importante función que las convicciones cristianas desempeñaron en el nacimiento de la ciencia moderna,* al proporcionar firmes convicciones acerca de la inteligibilidad de la naturaleza, de la capacidad cognoscitiva del hombre como criatura hecha por Dios a su imagen y semejanza, y de la contingencia de un mundo que, precisamente por ser contingente, debe ser explorado con la ayuda de la experimentación.

En este sentido, Stanley Jaki sostiene que la ciencia experimental sufrió repetidos abortos debido a las ideas organísticas y panteístas de las culturas antiguas, y que sólo encontró su único nacimiento viable en una matriz cultural cristiana que configuró una entera cultura durante varios siglos, proporcionando sólidas bases para la perspectiva ontológica y gnoseológica que se necesitaba para que la ciencia experimental tenga sentido. Jaki también sostiene que esas bases siguen siendo una condición, al menos implícita, de toda ciencia creativa, y afirma que coinciden con las bases realistas de las pruebas clásicas de la existencia de Dios[15].

Una función semejante cabe reconocer al *realismo ontológico y gnoseológico*, que vienen a ser supuestos necesarios para que la actividad científica tenga sentido.

---

15. Cfr. S. L. JAKI, *Science and Creation*, Scottish Academic Press, Edinburgh 1974; *Chance or Reality and Other Essays*, University Press of America, Lanham and London 1986, pp. 161-181; *The Road of Science and the Ways to God*, The University of Chicago Press, Chicago 1978; *Ciencia, fe, cultura*, Ediciones Palabra, Madrid 1990.

Larry Laudan afirma que, por ahora, sólo es un deseo lo que da lugar a la pretensión de que el realismo, y sólo el realismo, explica por qué funciona la ciencia[16]. Sin embargo, parece que algunos supuestos realistas son cruciales, al menos para la racionalidad de la investigación[17]. En efecto, es difícil comprender cómo puede ser compatible con la ciencia una perspectiva instrumentalista, que ni siquiera conseguiría dar razón de la adecuación empírica de las construcciones científicas. Por consiguiente, estas cuestiones pueden ser consideradas como legítimas cuestiones fronterizas.

Sin duda, existe un largo camino desde la admisión implícita de estos supuestos por parte de los científicos hasta su articulación filosófica. Pero se trata de cuestiones que pueden estudiarse de modo objetivo y que señalan puntos importantes de confluencia entre la actividad científica y las ideas metafísicas.

1.3. *Solapamientos parciales.*

Otros problemas fronterizos surgen cuando se plantea la posibilidad de utilizar el conocimiento científico en las argumentaciones metafísicas. Muchas cuestiones que suelen ser consideradas como fronterizas, pertenecen a esta categoría. Se trata de *solapamientos parciales.*

---

16. Cfr. L. LAUDAN, *A Confutation of Convergent Realism*, Philosophy of Science, 48 (1981), pp. 19-49.

17. Cfr. J. LEPLIN, *Methodological Realism and Scientific Rationality*, Philosophy of Science, 53 (1986), pp. 31-51.

Desde luego, el conocimiento científico puede ser utilizado en contextos metafísicos, lo mismo que cualquier otro conocimiento auténtico. Sin embargo, debe ser sometido a una previa evualuación epistemológica, lo cual no siempre es tarea fácil.

Existe el peligro de recurrir a la metafísica cuando las explicaciones científicas son incompletas. Los teólogos han advertido repetidamente que, en la teología natural, no es legítimo este modo de proceder, que conduce a lo que se ha llamado *el dios de los agujeros*. Incluso suelen advertir que algunos hechos sorprendentes, como las características especiales del universo primitivo que habrían permitido que se dieran las condiciones físicas para la vida humana, pueden ser consideradas como compatibles, coherentes o consonantes con el teísmo, pero no como una demostración propiamente dicha de la actividad divina[18].

En el marco de la teología natural, Alvin Plantinga ha subrayado esa dificultad, y por ese motivo, incluso cuando examina con detalle los argumentos cosmológico y teleológico para probar la existencia de Dios, se concentra en los aspectos lógicos, haciendo sólo breves y triviales referencias a las ciencias[19]. Richard Swinburne ha realizado un análisis de los diferentes tipos de explicaciones científicas, como camino para determinar qué es lo que puede ser considerado como inexplicable científicamente. Afirma que hay

---

18. Cfr. E. MCMULLIN, *Natural Science and Belief in a Creator: Historical Notes*, en: RUSSELL-STOEGER-COYNE, *o.c.*, pp. 49-79; W. NORRIS CLARKE, *o.c.*, pp. 103- 105; J. H. BROOKE, *Science and the Fortunes of Natural Theology: Some Historical Perspectives*, Zygon, 24 (1989), p. 16.

19. Cfr. A. PLANTINGA, *God and Other Minds. A Study of the Rational Justification of Belief in God*, Cornell University Press, Ithaca and London 1967, pp. 3-25, 95-111, y 269.

dos tipos de fenómenos de esa clase: los que son demasiado improbables en el marco de las explicaciones científicas, y los que son demasiado grandes para entrar en cualquier explicación. Los segundos son los más interesantes, ya que conducen a plantear preguntas que se refieren, por ejemplo, a por qué existe algo en absoluto, o por qué valen las leyes naturales más generales[20].

Quentin Smith afirma que es posible proporcionar una explicación naturalista de la existencia y de las leyes básicas del universo. Para ello, propone una explicación estadística que busca mostrar que el naturalismo es lógicamente y empíricamente posible. Sin embargo, debe admitir que, hoy como siempre, la explicación naturalista encuentra límites; pero sostiene que esas límites cada vez retroceden más allá de lo que hasta ahora se pensaba posible[21]. Este es un ejemplo de la táctica naturalista que interpreta el progreso de las ciencias como prueba del carácter ilusorio de la metafísica; pero este planteamiento se apoya en una extrapolación ilegítima del método científico, ya que da por supuesto, sin probarlo, que cualquier tipo de problemas podría recibir una respuesta científica.

De nuevo, debe subrayarse que el desfase metodológico entre la ciencia y la metafísica es un hecho inevitable. Es posible dar el salto, pero sólo puede darse construyendo un puente que incluya reflexiones filosóficas que, si bien han de ser coherentes con la ciencia, no son una mera consecuencia de ella.

---

20. Cfr. R. SWINBURNE, *The Existence of God*, Clarendon Press, Oxford 1989, pp. 71-79.

21. Cfr. Q. SMITH, *A Natural Explanation of the Existence and Laws of Our Universe*, Australasian Journal of Philosophy, 68 (1990), pp. 22-43.

1.4. *La búsqueda de la integración*

Las reflexiones filosóficas que permiten tender un puente entre la ciencia y la metafísica dependen en gran medida de las ideas acerca de la *verdad*.

Como resultado de la crisis de fundamentos de las ciencias que se dió hacia finales del siglo XIX, entró en crisis la idea de la verdad, y acabó siendo reemplazada por la idea, menos fuerte, de *intersubjetividad*. Quedó patente que las ciencias utilizan construcciones que no vienen determinadas por la naturaleza misma, y que, por tanto, incluyen *factores convencionales*. En estas circunstancias, podría pensarse que no existe realmente la verdad científica, y que los logros cognoscitivos tendrían sólo una validez *pragmática*.

Sin embargo, el análisis de la intersubjetividad científica conduce hacia una rehabilitación de la verdad. En efecto, si bien es cierto que cada disciplina científica adopta una *objetivación* particular, también lo es que, cuando la objetivación está bien definida, incluye criterios para valorar la correspondencia entre las construcciones teóricas y los resultados de la experimentación. Por tanto, cuando se alcanzan demostraciones rigurosas, puede afirmarse que se da la verdad. Se trata de una verdad *contextual*, ya que se refiere al contexto propio de cada objetivación; por tanto, es también una verdad *parcial* y *perfectible*. Pero ello no impide que pueda tratarse de una verdad *auténtica*.

Esta explicación de la verdad científica combina los aspectos *contextuales*, *semánticos* y *pragmáticos*, que responden respectivamente a las teorías de la verdad como *coherencia*, *correspondencia* y *praxis*. Y puede ser extendida, con las necesarias precisiones, a los problemas gene-

rales del conocimiento. Se hace patente, de este modo, que no debe existir conflicto entre los conocimientos alcanzados mediante diferentes aproximaciones a la realidad, y que debe ser posible integrarlos de modo coherente.

De hecho, existe una conciencia generalizada acerca de la importancia de las reflexiones epistemológicas para plantear adecuadamente las relaciones entre las ciencias, la metafísica y la teología natural. La búsqueda de la integración entre estas perspectivas debe incluir una noción de la verdad en la que se tengan en cuenta sus aspectos contextuales, referenciales y pragmáticos[22].

Sin embargo, también entran en juego otros factores. En la medida en que se pretenda tratar las cuestiones fundamentales, la búsqueda de la integración dependerá de ideas filosóficas y teológicas que, si bien pueden ser sometidas a reflexión racional, incluirán también compromisos personales. La búsqueda de la integración sólo puede ser rigurosa si, en cada caso, se precisa cuál es el valor de los conocimientos cuya integración se busca.

2. LA EXPLICACIÓN TELEOLÓGICA DE LA NATURALEZA

Como hemos visto, la finalidad ocupa un lugar importante en el estudio científico de la naturaleza, en la representación de sus dimensiones ontológicas y en la explicación de su inteligibilidad. En las ciencias, las funciones de los vivientes se relacionan con explicaciones que tienen un

---

22. Cfr. N. MURPHY, *Truth, Relativism, and Crossword Puzzles*, Zygon, 24 (1989), pp. 299-314.

carácter finalista, y en general, las leyes científicas expresan el carácter direccional y selectivo de la actividad natural. En la filosofía, el concepto de finalidad representa las dimensiones ontológicas que se relacionan con las tendencias y la cooperatividad. Con respecto a la inteligibilidad, comprendemos la naturaleza en la medida en que conseguimos explicar su orden, y esta explicación remite a la finalidad.

También hemos visto que la explicación de la finalidad natural conduce a la pregunta acerca de un plan inteligente superior. Examinaremos ahora esta pregunta, que se refiere a la validez del argumento teleológico.

2.1. *El argumento teleológico*

Entre las pruebas de la existencia de Dios, el argumento teleológico ocupa un lugar destacado a lo largo de la historia y también en la actualidad. Además, se relaciona directamente con la inteligibilidad de la naturaleza, y por este motivo tiene particular interés examinarlo a la luz de la cosmovisión actual.

El argumento teleológico fue articulado con especial vigor por Tomás de Aquino, quien utilizó importantes ideas de Aristóteles pero las situó en un nuevo contexto. A lo largo de su obra propuso diferentes formulaciones del argumento, entre las cuales destaca la *quinta vía* para demostrar la existencia de Dios:

> "La quinta vía se toma del gobierno del mundo. Vemos, en efecto, que algunas cosas que carecen de conocimiento, concretamente los cuerpos naturales, obran por un fin: lo cual se pone de manifiesto porque siempre o muy frecuentemente obran de la misma manera para conseguir lo mejor; de donde es patente que llegan al fin no por azar, sino intencionadamente. Pero los seres

> que no tienen conocimiento no tienden al fin sino dirigidos por algún ser cognoscente e inteligente, como la flecha es dirigida por el arquero. Luego existe un ser inteligente por el cual todas las cosas naturales se ordenan al fin: y a este ser le llamamos Dios"[23].

La quinta vía y otros textos paralelos de la obra de Tomás de Aquino han sido objeto de numerosos estudios[24]. Ahora centraremos nuestra atención en algunos aspectos que tienen especial relevancia para precisar su significado.

Ante todo, es conveniente precisar *el nivel epistemológico de las afirmaciones contenidas en la quinta vía*. En el razonamiento se combinan tres niveles: el empírico, el ontológico y el metafísico.

En el *nivel empírico*, en el argumento se afirma que los cuerpos naturales obran de la misma manera siempre o casi siempre (*semper aut frequentius eodem modo operantur*). Se trata de una afirmación extraída de la experiencia ordinaria y, bajo esa perspectiva, no ofrece dificultad: es verdadera, tanto en el ámbito de los vivientes como de los demás entes naturales. Tomás de Aquino se limita al cono-

---

23. TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, parte I, cuestión 2, artículo 3, cuerpo.

24. Puede verse, por ejemplo: M. ARTIGAS, *Ciencia, finalidad y existencia de Dios*, Scripta Theologica, 17 (1985), pp. 151-189; M. DUQUESNE, *De quinta via: Le preuve de Dieu par le gouvernement des choses*, Doctor Communis, 18 (1965), pp. 71-92; L. ELDERS, *The philosophical theology of St. Thomas Aquinas*, Brill, Leiden 1990, pp. 120-129; S. KOWALCZYK, *L'argument de la finalité chez Saint Thomas d'Aquin*, Divus Thomas (Piazenza), 78 (1975), pp. 41-68; P. PARENTE, *La quinta via di S. Tommaso*, Doctor Communis, 7 (1954), pp. 110-130; F. VAN STEENBERGHEN, *La cinquième voie, «ex gubernatione rerum»*, en: L. ELDERS (editor), *Quinque sunt viae*, Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 1980, pp. 84-108; L. VICENTE BURGOA, *El problema de la finalidad*, Universidad Complutense, Madrid 1981.

cimiento ordinario, pero su afirmación puede extenderse, sin dificultad, a la naturaleza tal como aparece ante la cosmovisión actual.

En el *nivel ontológico*, destacan tres elementos. El primero es una conceptualización: se habla de los *cuerpos naturales* (*corpora naturalia*), como seres que carecen de conocimiento; teniendo en cuenta que el razonamiento se centra en la capacidad de conocer fines y buscarlos conscientemente, los cuerpos naturales serían todas las substancias naturales con excepción del hombre: por consiguiente, tanto los vivientes como los no vivientes. El segundo elemento se refiere a la noción de *fin*: se afirma que los cuerpos naturales obran por un fin, y se relaciona el fin con el bien al añadir que esos cuerpos obran por un fin porque, mediante su actuación, consiguen *lo mejor* (*id quod est optimum*). El tercer elemento es la contraposición entre la finalidad y el *azar*: se excluye que los cuerpos naturales alcancen su fin de modo azaroso porque lo alcanzan obrando de la misma manera siempre o casi siempre, y los efectos del azar no son regulares.

En el nivel *metafísico*, el argumento contiene dos afirmaciones. De acuerdo con la primera, los seres que carecen de conocimiento sólo tienden hacia un fin si son dirigidos por un ser inteligente. La segunda es la conclusión de la prueba: se afirma la existencia de Dios, a quien se identifica con el Ser inteligente que ordena todas las cosas naturales hacia el fin. Ambas afirmaciones son metafísicas, porque se refieren a la actividad intelectual. En el argumento se da por supuesta la superioridad de la inteligencia; en efecto, para explicar la finalidad propia de los cuerpos naturales, se recurre a una inteligencia que supera las posibilidades de la naturaleza y que es capaz de gobernarla. Mediante la quinta vía, Tomás de Aquino intenta probar la

existencia de Dios a partir del gobierno de las cosas (*ex gubernatione rerum*).

El argumento se refiere al *modo de ser* del dinamismo natural, o sea, de la actividad que corresponde a la *naturaleza* de los cuerpos. No puede olvidarse, en este contexto, el carácter central que en el pensamiento tomista tiene el principio según el cual *el obrar sigue al ser*. La finalidad se contempla como el modo de *ser* que corresponde al dinamismo natural, que fluye de la naturaleza de los cuerpos. El dinamismo natural *es tendencial*, y las tendencias se dirigen hacia la consecución de un *fin* que viene identificado con un *bien*.

Estas afirmaciones se sitúan en un nivel *ontológico*. No se utiliza el término técnico de *substancia*, pero se habla de *cuerpos naturales* (*corpora naturalia*) y de *cosas naturales* (*res naturales*) que, en el pensamiento tomista, corresponden a las substancias naturales, o sea, a entes que tienen un modo de ser unitario que corresponde a la *naturaleza* como principio interno de la actividad. A ese modo de ser de las entidades le corresponde *el modo de ser de su actividad*: se trata de una actividad direccional, que tiende hacia la consecución de fines que son bienes. Esta perspectiva ontológica, que es esencial al pensamiento tomista, no se analiza en la quinta vía con detalle; se da por supuesta. Los conocimientos empíricos sólo intervienen en el argumento cuando se alude a las *manifestaciones* del comportamiento finalista: ese comportamiento "*se pone de manifiesto* (*apparet*) porque siempre o muy frecuentemente obran de la misma manera para conseguir lo mejor".

Por tanto, se sitúan en el nivel ontológico las afirmaciones relativas a las tendencias, al fin y al bien. La constancia en el modo de obrar manifiesta que el dinamismo corresponde a *tendencias* que surgen de la naturaleza de los

cuerpos: se habla de que los cuerpos naturales obran en vistas a un fin (*operantur propter finem*), llegan al fin (*perveniunt ad finem*), y tienden hacia el fin (*tendunt in finem*). El despliegue del dinamismo natural tiene como resultado algo *óptimo*. Esta referencia no sólo al bien, sino a lo óptimo, es fundamental: sin ella, el argumento no permitiría afirmar la existencia de Dios, y por este motivo, una de las dificultades principales que debe afrontar el argumento es la existencia del mal.

Para llegar a la conclusión, se recurre a las dimensiones metafísicas. Se alude a los casos de comportamiento finalista que se deben a la intervención humana; pero se trata, sin duda, de casos particulares que no explican el funcionamiento general de la naturaleza, sino que más bien lo suponen. Que los cuerpos consigan el fin *de modo natural*, sin poseer conocimiento intelectual, remite a una *inteligencia* superior a la naturaleza, que ha previsto el fin y actúa sobre la naturaleza de modo que el fin se consiga. La referencia a la inteligencia humana sive para subrayar la conclusión; en efecto, en algunos casos los cuerpos naturales reciben del hombre una dirección que no tendrían por sí mismos, pero aquí *se trata de explicar una direccionalidad que los cuerpos tienen en sí mismos*, ya que la tienen de modo espontáneo, independientemente de la intervención humana. Se subraya que los cuerpos no pueden tener esa direccionalidad por sí mismos, pues carecen de inteligencia. De ahí que sea preciso recurrir a una inteligencia que no es la humana, sino que es capaz de dar razón de las tendencias naturales y de su ordenación hacia el bien.

La prueba concluye afirmando la existencia de Dios. Esta afirmación se sitúa en el nivel metafísico. Se habla de la inteligencia que corresponde al Ser que ordena todas las

cosas naturales hacia su fin (*a quo omnes res naturales ordinantur in finem*), lo cual implica, al menos implícitamente, que no sólo se trata de un ser diferente de la naturaleza, sino precisamente del Ser que es el autor de la naturaleza, porque sólo ese Ser puede producir unas tendencias que se encuentran inscritas en el interior de los cuerpos naturales. No se trata, por tanto, de un ser que ordene los cuerpos desde fuera, imprimiéndoles algún tipo de movimiento. Se trata del Dios personal creador.

Estas últimas consideraciones no se encuentran de modo explícito en la quinta vía, pero son, sin duda, las únicas coherentes con el texto del argumento y con el pensamiento de Tomás de Aquino. Se comprende fácilmente que no se encuentren en el texto de la quinta vía porque Tomás de Aquino, en esta cuestión segunda de la Suma Teológica, se limita a mostrar cómo puede probarse racionalmente la existencia de Dios; inmediatamente después, a partir de la cuestión tercera, analiza con detenimiento los atributos divinos, y más adelante estudia en detalle la creación, la providencia y el gobierno divinos.

2.2. *Necesidad, azar y finalidad*

En otros lugares de su obra, Tomás de Aquino propone diferentes formulaciones del argumento teleológico. La formulación más detallada se encuentra en la cuestión *De veritate* [25].

25. TOMÁS DE AQUINO, *De veritate*, cuestión 5, artículo 2.

En ese texto se alude a quienes han negado la causa final porque han pretendido explicar la naturaleza recurriendo sólo a la *causa material* o a la *causa agente*, afirmando en ambos casos que todo sucede *de modo necesario*. Se añade que esa posición se refuta del modo siguiente:

> "Las causas material y agente, en cuanto tales, son para el efecto causa del ser; pero no bastan para causar en el efecto la *bondad*, según la cual sea conveniente tanto en sí mismo, de modo que pueda *permanecer*, como para otros, de modo que *coopere* con ellos. Por ejemplo, el calor, por sí mismo, provoca la disolución, que no es *conveniente y buena* sino dentro de cierto límite y modo; de donde, si no se considerase más causa que el calor y otros agentes semejantes en la naturaleza, no podríamos asignar la causa de que las cosas se hagan de modo *conveniente y bueno* ".

Los términos señalados en cursiva indican claramente que, cuando Tomás de Aquino afirma la finalidad, lo hace porque la considera necesaria para *explicar* la *bondad* de los efectos naturales. *Las causas material y agente intervienen en la producción de los efectos, pero son insuficientes para explicar su bondad.*

Por otra parte, Tomás de Aquino señala que los efectos se producen siempre o en la mayoría de los casos y, por tanto, no se pueden deber al *azar*:

> "Pero todo lo que no tiene causa determinada, sucede por casualidad. De donde, según la posición mencionada, sería necesario que todas las *conveniencias y utilidades* que se encuentran en las cosas, fuesen casuales... Pero esto no puede ser. En efecto, lo que sucede por casualidad, acaece pocas veces, mientras que vemos que esas *conveniencias y utilidades* suceden en las obras de la naturaleza o siempre o en la mayoría de los casos; de donde no puede ser que sucedan casualmente; y así *es necesario que procedan de la intención del fin* ".

Por tanto, se afirma la finalidad natural como lo opuesto al azar. Sin embargo, esa afirmación tiene un sentido muy concreto. Significa que el azar no puede explicar la

bondad de unos resultados que se producen *de modo habitual:* es preciso recurrir a unas *tendencias* que corresponden a la *naturaleza* de las cosas.

En definitiva, se afirma que *el finalismo natural, que consiste en una tendencia habitual hacia lo mejor, postula una inteligencia,* porque tender hacia lo mejor implica una dirección inteligente. Relacionar, dirigir, ordenar hacia un objetivo óptimo que se alcanza de modo habitual, son operaciones propias de una inteligencia. Por el contrario, la necesidad de las causas material y agente es ciega, indiferente respecto de un objetivo u otro. El azar también es ciego, ya que consiste en coincidencias fortuitas. Lo determinado, ordenado, dirigido habitualmente hacia un objetivo óptimo ha de ser, no fruto de la necesidad y de la casualidad, sino efecto propio de una inteligencia.

Es interesante subrayar por qué, en la argumentación tomista, se juzgan *insuficientes* las explicaciones que *únicamente* recurren a la necesidad y al azar. El motivo es diferente en los dos casos. Por lo que se refiere a las causas material y agente, a estas causas les corresponde una cierta *necesidad*; por tanto, permiten comprender que la actividad de los cuerpos se realice de un *modo constante*, pero no explican que se consiga un *resultado óptimo*: la causa material y agente *son ciegas con respecto a la bondad del resultado*. Por lo que se refiere al azar, se afirma que el azar no explica que la actividad de los cuerpos se realice de un *modo constante*: el azar *es ciego con respecto a la constancia de la actuación.*

Llegados a este punto, resulta lógico preguntarse si la explicación que se busca no podría consistir en una peculiar *combinación de necesidad y azar*, tal como se ha propuesto en nuestra época. Ni la necesidad ni el azar pueden dar razón de la naturaleza; pero la combinación de ambos quizás

podría proporcionar la clave buscada, sin que fuese preciso recurrir a la finalidad.

Por curioso que pueda parecer al lector moderno, esa posibilidad fue contemplada expresamente por Tomás de Aquino, que se limitó a recoger lo que acerca de esta cuestión había dicho Aristóteles muchos siglos antes. Al comentar la Física de Aristóteles, Tomás de Aquino se refiere a quienes, para negar la finalidad,

> "dicen que desde el principio de la formación del mundo, los cuatro elementos contribuyeron a la constitución de las cosas naturales, y se produjeron muchas y variadas disposiciones de las cosas naturales; y sólo se conservaron aquellas en las que todo resultó de este modo ser apto para alguna utilidad, como si hubiesen sido hechas para ello, porque tenían una disposición apta para la conservación, no porque algún agente buscara un fin, sino por aquello que de por sí es vano, o sea, por casualidad. Y todas las que no tuvieron tal disposición fueron destruidas, y cada día son destruidas"[26].

Como es lógico, Tomás de Aquino no atribuye a esta posibilidad la importancia que a veces se le otorga en la actualidad; en consecuencia, su respuesta se centra en mostrar por razones positivas la existencia de la finalidad natural. Pero no es difícil formular una respuesta directa, basada en sus ideas.

En efecto, en la perspectiva tomista se reconoce la función que desempeña la necesidad propia de las causas material y agente; la causa final no las sustituye. También se afirma la existencia del azar, entendido como concurrencia accidental de procesos independientes[27]. Por tanto, resulta

---

26. TOMÁS DE AQUINO, *Comentario a la Física*, libro II, capítulo 8, lectio 12.

27. Tomás de Aquino afirma explícitamente que la providencia divina no excluye el azar: cfr. *Suma contra los gentiles*, libro III, capítulo 74, que está íntegramente dedicado a esta cuestión. Allí afirma

lógico afirmar que los procesos naturales se explican, en parte, mediante la combinación de ambos factores. El argumento teleológico no niega la función de la necesidad, del azar y de su combinación. Afirma solamente que, *además* de esos factores, debe admitirse la finalidad, porque esos factores no dan razón de todo lo que observamos en la naturaleza, especialmente lo que se refiere a *la perfección de sus efectos*.

La combinación de la necesidad y del azar es real. Puede ser suficiente para explicar *parcialmente* la naturaleza, mostrando qué tipos de procesos intervienen en el funcionamiento de la naturaleza, y cómo pueden surgir unas entidades a partir de otras. Pero no puede explicar el *fundamento radical* de la naturaleza, porque siempre remite a situaciones anteriores. Las *características fundamentales* de la naturaleza deben ser tales que, a partir de ellas, pueda existir lo que existe en la actualidad.

Cuando se afirma que la combinación de la necesidad y del azar hace superfluo el recurso a una causa metafísica, se traspasan los límites de la perspectiva científica. Para afirmar la existencia de un plan divino, es necesario dar un *salto metafísico* cuya legitimidad no puede ser justificada mediante las ciencias. Pero, por el mismo motivo, las ciencias tampoco pueden mostrar que ese salto sea ilegítimo.

---

que, si no existiese el azar, todo sucedería por necesidad, lo cual sería contrario a la providencia divina. Añade que sería contrario a la perfección del universo que no existiesen causas que pudiesen corromperse y fallar. Y todavía afirma que la perfección del universo implica la existencia de procesos en los que concurren causas independientes, que no sólo pueden cooperar, sino también obstaculizarse. Resulta evidente que Tomás de Aquino no contempla la finalidad natural como un despliegue rectilíneo y necesario, en el cual todo sucedería por pura necesidad y no existiría el azar.

Para advertir mejor los problemas implicados en ese salto metafísico y su relación con la cosmovisión científica, es conveniente analizar con mayor detalle cuál es la actuación propia de la causa final.

2.3. *La actuación de la finalidad*

La finalidad no actúa como la necesidad y el azar. No se superpone a la necesidad y al azar en su mismo nivel. En realidad, la necesidad y el azar tampoco actúan del mismo modo. El azar no es una causa en sentido propio; responde a la combinación de causas agentes propias, y lo que es azaroso es esa combinación: la confluencia de causas agentes independientes no se produce de modo necesario, y en ese sentido se habla de azar. Las causas en sentido propio son las causas agentes, y su causalidad responde a su modo de ser, a su naturaleza o principio interior del obrar; de ahí que se trate de una actividad en la que se da una cierta necesidad.

La causa final actúa de dos maneras. Por una parte, como *objetivo* previsto por el agente, o sea, como el fin hacia cuya consecución tiende la actividad del agente. Por otra parte, como *tendencia* hacia un objetivo determinado. Todos los seres tienen tendencias, que responden a su modo de ser, pero sólo los agentes intelectuales pueden proponerse objetivos de modo consciente y libre.

En la primera parte del argumento teleológico se afirma que los seres naturales que carecen de conocimiento intelectual poseen unas tendencias constantes cuya actualización produce resultados óptimos, y que la constancia de

las tendencias muestra que esos seres no actúan por azar, sino de acuerdo con la necesidad característica de las causas agentes. Luego se añade que la producción de resultados óptimos muestra que esos resultados son un objetivo previsto por un agente intelectual. Por tanto, *hay una doble referencia al azar*: se niega que las tendencias naturales respondan al azar, y también se niega que la bondad de los resultados pueda deberse exclusivamente a la confluencia azarosa de causas necesarias. Esa doble referencia corresponde a los *dos niveles de la finalidad*. En consecuencia, cuando se niega la finalidad natural, hay que precisar a qué aspecto se refiere esa negación, o sea si lo que se niega es que existan *tendencias naturales*, o que exista una *finalidad superior* que se relaciona con el gobierno divino de la naturaleza.

Si se niega que existan *tendencias*, hay que enfrentarse no sólo con la evidencia propia de la experiencia ordinaria, sino con los logros del progreso científico. Hemos examinado ya esta cuestión. Existen fenómenos que muestran de modo especialmente patente la direccionalidad de los procesos naturales, e incluso puede afirmarse que cualquier logro científico es una prueba de ello. Los progresos actuales muestran que la naturaleza está enteramente atravesada por tendencias que se desarrollan de acuerdo con pautas y que su actualización conduce a la formación de pautas. Esto no sólo sucede en el nivel biológico, sino también en el físico-químico. Los conocimientos que responden a la auto-organización de la materia muestran que la formación de pautas responde a procesos muy específicos que implican una sofisticada capacidad de organización.

La negación de las tendencias, si se desarrollase hasta sus últimas consecuencias, llegaría a ser un obstáculo para el progreso de las ciencias. Parece responder al deseo de

negar la existencia de una finalidad superior relacionada con el gobierno divino de la naturaleza.

Con frecuencia no se niega que existan tendencias particulares en la naturaleza, sino que exista *una tendencia global* en los procesos naturales, o sea, *una direccionalidad general* que remitiría a una causa inteligente superior. Esa tendencia global sería inobservable, no estaría de acuerdo con el carácter zigzagueante de los procesos naturales, y no explicaría nada que no pueda explicarse mediante las causas naturales.

Es cierto que esa tendencia global es inobservable. También es cierto, tanto desde la perspectiva evolucionista como desde la sincrónica, que en los procesos naturales existen zigzags; utilizando un término de François Jacob, la actividad de la naturaleza, en muchos aspectos, se parece más a un *bricolage* que a un plan premeditado: incluso se podría añadir, de acuerdo con René Thom, que muchos procesos naturales son auténticas *catástrofes*. Además, también es cierto que la existencia de una direccionalidad global no añade ningún nuevo conocimiento a la investigación científica de la naturaleza.

Sin embargo, estas limitaciones sólo se refieren a una *direccionalidad lineal y directa*, que equivaldría a la producción de las entidades actuales a lo largo de procesos perfectamente rectilíneos. Todo parece indicar que, si existe una direccionalidad global, es más *compleja* de lo que podría pensarse a primera vista. Esto sólo puede confundir a quien identifique la causalidad natural con un esquema demasiado simple, o a quien piense que un plan divino debería manifestarse a través de una direccionalidad rectilínea.

Desde el momento en que esto se advierte, no hay inconveniente en afirmar que en la naturaleza *existe una*

direccionalidad global, e incluso parece lógico hacerlo. En efecto, la existencia de diferentes niveles naturales, que se relacionan de modo continuo y jerarquizado, resulta manifiesta ante la experiencia ordinaria, pero mucho más todavía ante la cosmovisión actual. Si se adopta una perspectiva evolucionista, la direccionalidad global (no rectilínea) resulta aún más patente.

Por lo que se refiere a la conclusión del argumento teleológico, *la existencia de un plan divino es plenamente congruente con el carácter complejo de la direccionalidad.* Si Dios ha creado la naturaleza de acuerdo con un plan, parece lógico que lo haya hecho de tal modo que ese plan funcione, pero de acuerdo con el modo de ser de las cosas naturales. La complejidad del universo adquiere así un nuevo relieve. Puede comprenderse, por ejemplo, que quizás Dios haya querido que existan millones de galaxias *para que* puedan existir la Tierra y el hombre. En efecto, las teorías cosmológicas actuales afirman que los átomos más pesados se han producido por vez primera en el interior de las estrellas, y ha podido ser preciso que esto haya sucedido muchos millones de veces para que, finalmente, se haya producido un solo planeta con las características concretas de la Tierra. La existencia de millones de galaxias y estrellas, que de otro modo parecería innecesaria, podría resultar necesaria para que, *mediante procesos naturales*, haya llegado a ser posible la vida humana.

La existencia de un *plan superior* es plenamente congruente con la existencia de la *actividad natural* y de las *explicaciones científicas* de esa actividad. Permite comprender en profundidad la existencia de la naturaleza. Sin duda, implica un cierto misterio, pero se trata del misterio que lógicamente encontramos ante lo divino. Por el contrario, si se niega la existencia del plan divino, la naturaleza

queda envuelta en un *misterio irracional*, y deben absolutizarse unos conocimientos científicos que, por principio, no son absolutos.

2.4. *El argumento teleológico ante la cosmovisión actual*

La afirmación de un plan divino sobrepasa el nivel propio de las ciencias. Para afirmar la conclusión del argumento teleológico es preciso recurrir a razonamientos ontológicos y, finalmente, a un salto metafísico.

Por el mismo motivo, no es legítimo negar la existencia del plan divino en nombre de las ciencias. Cuando esto se hace, se cae en un cientificismo que es insostenible. Las ciencias no permiten afirmar ni negar que exista un plan divino acerca de la naturaleza, porque se trata de algo que cae fuera de su método. Por tanto, la conclusión del argumento teleológico sólo puede establecerse sobre bases estrictamente filosóficas.

Para formular el argumento teleológico es preciso adoptar una perspectiva *ontológica*, que se refiere al modo de ser de lo natural. Las ciencias proporcionan conocimientos acerca de las manifestaciones de las dimensiones ontológicas, pero estas dimensiones sólo pueden tematizarse desde una perspectiva propiamente ontológica.

Sin embargo, la perspectiva ontológica tampoco es suficiente para llevar el argumento teleológico hasta su conclusión. Aunque se afirme la realidad de la naturaleza como principio interno de actividad, la realidad de las formas como principios que responden al modo de ser de los entes, la existencia de las potencialidades que se actua-

lizan en los procesos, y la realidad de la finalidad natural, todavía es necesario un *salto metafísico* para afirmar la existencia de un plan divino que trasciende el nivel natural. El análisis de ese salto metafísico remite a factores que sobrepasan las perspectivas de la ciencia, de la cosmovisión y de la filosofía natural.

La cosmovisión científica no basta, por sí sola, para determinar el valor del argumento teleológico, pero ocupa un importante lugar en la base del razonamiento. En este sentido, la cosmovisión actual proporciona una base muy adecuada para formular el argumento teleológico y resulta plenamente coherente con su conclusión.

En efecto, el dinamismo propio de las entidades naturales, el despliegue del dinamismo de acuerdo con pautas, el entrelazamiento del dinamismo y la estructuración, la existencia de unas potencialidades cuya actualización produce entidades que poseen una organización compleja y unitaria, la existencia de diferentes niveles naturales que se relacionan de modo continuo y jerárquico, la reunión de los niveles naturales en un sistema total, son dimensiones de la naturaleza que se conocen cada vez mejor gracias al progreso de las ciencias, y manifiestan que la materia posee una capacidad de auto-organización que no sólo es inteligible y racional, sino verdaderamente asombrosa.

La existencia de un plan divino proporciona un fundamento racional a la cosmovisión actual que, de otro modo, debería ser considerada como el resultado de procesos irracionales. Aunque la combinación de necesidad y azar proporcione explicaciones parciales, en último término se reduce a un juego de fuerzas que, por sí mismas, son irracionales.

La conclusión del comentario de Tomás de Aquino a los capítulos en los que Aristóteles considera la finalidad natural muestra el sentido del argumento teleológico y su coherencia con la cosmovisión actual:

> "la naturaleza no es más que la razón de un cierto arte, a saber *el arte divino, impreso en las cosas, por el cual las cosas mismas se mueven hacia el fin determinado*: como si el artífice que hace una nave pudiera otorgar a los leños que se moviesen *por sí mismos* para formar la estructura de la nave"[28].

Estas ideas constituyen el núcleo del argumento teleológico y tienen gran importancia para determinar su valor en el contexto de la cosmovisión actual. Se afirma que la ordenación natural hacia el fin no es algo meramente *extrínseco*, como si Dios se limitase a actuar desde fuera sobre unas cosas que ya existen: *la finalidad se encuentra inscrita en la naturaleza de las cosas*, en su modo propio de ser. Los cuerpos naturales tienen unas tendencias que responden a su modo de ser, y esas tendencias conducen hacia unos resultados óptimos. La inteligencia ordenadora no pertenece a un ser que simplemente está por encima de la naturaleza, sino al Dios creador que, como autor de la naturaleza, la ha creado de tal manera que posea unas tendencias que permiten conseguir el fin previsto.

Un aspecto central de la cosmovisión actual es el carácter *cooperativo* de los procesos naturales. El examen de este aspecto ayudará a precisar mejor el valor actual del argumento teleológico.

---

28. TOMÁS DE AQUINO, *Comentario a la Física*, libro II, capítulo 8, lectio 14.

2.5. *La finalidad cooperativa.*

La quinta vía parece centrarse en la finalidad *individual*, propia de cada cuerpo, mientras que otras formulaciones tomistas del argumento teleológico subrayan la *cooperación* de agentes diferentes hacia un mismo fin. Un ejemplo de esta segunda formulación se encuentra en el texto siguiente:

> "Es imposible que cosas contrarias y disonantes convengan siempre o las más de las veces en un orden si alguien no las gobierna, haciéndolas tender a todas y cada una a un fin determinado. Vemos que en el mundo las cosas de naturaleza más diversa convienen en un orden, no casualmente y rara vez, sino siempre o casi siempre. Debe darse, por tanto, alguien por cuya providencia se gobierne el mundo. Y a ese tal llamamos Dios"[29].

Esta formulación se encuentra también en otros lugares de la obra de Tomás de Aquino[30], y se refiere de modo directo al *orden de la naturaleza en su conjunto*. El núcleo del argumento teleológico es el mismo, tanto si se centra la atención en los aspectos individuales como en los cooperativos. Pero, en relación a los conocimientos científicos, tiene una gran fuerza fuerza la consideración del *orden cooperativo*, que ocupa un lugar central en la cosmovisión actual.

En efecto, las explicaciones científicas de los procesos naturales se apoyan en la existencia de ese orden coope-

---

29. TOMÁS DE AQUINO, *Suma contra los gentiles*, libro I, capítulo 13.

30. Cfr. *Suma contra los gentiles*, libro III, capítulo 64; *De potentia*, cuestión 3, artículo 6, cuerpo; *Comentario a la Metafísica*, libro XII, capítulo 10, lectio 12; *Comentario al evangelio de San Juan*, prólogo; *Comentario al Símbolo de los Apóstoles*, artículo 1.

rativo. Las partículas subatómicas se combinan formando las estructuras atómicas, los átomos se combinan formando los compuestos químicos, las substancias químicas se combinan formando las substancias bioquímicas, las estrellas y los planetas son el resultado de muchos procesos cooperativos, y los organismos de los seres vivos resultan de la combinación unitaria de una gran cantidad de entidades pertenecientes a los niveles inferiores. Además, los procesos que hacen posible la naturaleza que conocemos se desarrollan de acuerdo con pautas que incluyen muchos procesos cíclicos.

Resulta asombroso que el orden natural, enormemente variado y complejo, integre en una unidad armónica tantos factores diversos. Aunque se reconozca la parte que en ese orden corresponde al azar y a la selección, resulta forzoso admitir que existen causas propias del orden, porque los componentes de la naturaleza han de poseer la capacidad de integrarse unitariamente en todos los niveles, y de tal manera que de las integraciones parciales resulte una integración unitaria en el conjunto.

Cuando en la actualidad se formulan las pruebas de la existencia de Dios tomando como base la cosmovisión científica, el aspecto cooperativo de la naturaleza suele ocupar un lugar central. Por ejemplo, W. Norris Clarke propone un argumento basado en la cooperatividad natural en los siguientes términos:

> "Consideremos cualquier sistema de elementos activos que se encuentre ordenado dinámicamente, tal como nuestro universo, en el cual los diferentes elementos activos están ordenados hacia una interacción mutua que es recíproca y regular... En tal sistema, donde las propiedades activas básicas de cada elemento (sus naturalezas, en términos metafísicos) se definen por su relación con las otras en el sistema, ningún elemento puede explicar su naturaleza propia o ser la razón suficiente de la existencia y operación de su naturaleza activa propia a menos de

> que sea *también* la razón suficiente de todos los demás que se relacionan con él. Pero esto es imposible. En efecto, en ese caso, ese elemento debería ser anterior a los otros y responsable de ellos en su actividad (con una anterioridad causal, no necesariamente temporal), y al mismo tiempo debería presuponerlos, ya que sus propiedades activas se encuentran ordenadas a la interacción con ellos según leyes. Por tanto, en su propia naturaleza en cuanto activa, supondría los demás como recíprocamente constituidos en relación a él, y sin embargo sería independiente de ellos y responsable de sus propiedades correlacionadas mediante las cuales se define su propia naturaleza activa"[31].

Esta formulación subraya, de acuerdo con la cosmovisión actual, que la cooperatividad de los componentes naturales es un aspecto *intrínseco* de su naturaleza. Y concluye que la unidad de los componentes a través de interacciones sometidas a leyes remite, como razón suficiente última, a una causa unitaria que lo abarca todo y que trasciende el ámbito del sistema que se intenta explicar. La afirmación de Dios sigue exigiendo un salto metafísico, pero el argumento proporciona un fundamento sólido para darlo.

W. Norris Clarke añade que este argumento puede aplicarse a cualquier orden dinámico básico, tanto en nuestro universo como en otro universo cualquiera. Y también que, si se afirma que el orden actual procede de un estado primitivo de orden simple, el argumento mantiene su valor, porque a partir del estado energético original se produciría un sistema tal como el descrito y, por tanto, el estado original debe contener una orientación dinámica capaz de producir el orden dinámico en cuestión. Finalmente, añade una importante observación acerca de la perspectiva evo-

---

31. W. NORRIS CLARKE, *Is a Natural Theology Still Possible Today?*, cit., pp. 118-119.

lucionista: sea cual sea la función del azar en las condiciones externas, para que pueda desarrollarse el proceso debe admitirse como condición esencial un *dinamismo interno* que se encuentra incorporado en las potencialidades activas o propiedades disposicionales de las entidades, y que es una auténtica direccionalidad innata, de tipo cooperativo, que remite a una Mente creadora y ordenadora[32].

En definitiva, la cosmovisión actual proporciona al argumento teleológico una base que es más compleja que la proporcionada por la experiencia ordinaria, pero la supera ampliamente en profundidad y precisión.

2.6. *Teleología y leyes naturales*

El argumento teleológico se relaciona con las *leyes de la naturaleza*. Algunas formulaciones actuales se centran en torno a este aspecto. Es el caso, por ejemplo, de la formulación propuesta por Richard Swinburne[33], cuyo análisis nos permitirá precisar aún más el sentido del argumento teleológico y su valor actual.

Swinburne afirma que la quinta vía aventaja a otras formulaciones del argumento teleológico porque se refiere al orden *dinámico*, y no al *estático*. Según Swinburne, el argumento teleológico se basa en la existencia de *orden* en la naturaleza, y orden significa *regularidad*. Pero puede tratarse de regularidades espaciales-estáticas o temporales-

32. Cfr. *ibid.*, pp. 119-120.

33. Cfr. R. SWINBURNE, *The Argument from Design*, en: J. Houston (editor), *Is it reasonable to believe in God?*, The Handsel Press, Edinburgh 1984, pp. 53-67.

dinámicas. Se encuentran muchos ejemplos de ambas en la naturaleza, y también es frecuente su combinación. Swinburne añade que, cuando el argumento teleológico se refiere al orden espacial, corre el riesgo de ser superado por el progreso científico, que puede mostrar cómo surge un determinado orden espacial a partir de un estado de cierto desorden. En cambio, el orden dinámico proporciona una base mucho más segura, porque se refiere a las *leyes naturales* que están presentes en todos los procesos, también en la formación de estructuras espaciales.

Esta observación es importante. La quinta vía se refiere a la *explicación del dinamismo natural*, no al orden en general, y menos todavía si el orden se reduce a la formación de estructuras espaciales. Las estructuras espaciales son el resultado de procesos, y las reflexiones de la quinta vía se centran en torno a la direccionalidad de los procesos.

A pesar de su elogio inicial, Swinburne critica severamente la quinta vía. No se opone al argumento teleológico; propone una reformulación que intenta ser más rigurosa que la quinta vía. Según Swinburne, el punto de partida de la quinta vía es adecuado: se trata de la operación de *regularidades de sucesión* que no son producidas por el hombre, o sea, de la operación de *leyes naturales*, que se pueden detectar casi siempre en la actividad de casi todas las cosas. De acuerdo con Swinburne, el punto débil del argumento se encontraría en la *justificación* de las regularidades: la quinta vía da por supuesto que *todas* las cosas que tienden a un fin son movidas por alguien inteligente, cuando esto es lo que intenta demostrar: incurriría, por tanto, en una petición de principio[34].

---

34. Cfr. *ibid.*, p. 57.

En realidad, esa crítica no debilita el argumento, porque la quinta vía sólo se refiere a *regularidades de sucesión* en un sentido especial, concretamente en cuanto afirma que los cuerpos naturales *obran de la misma manera.* La diferencia quedará más patente si se considera cómo define Swinburne las regularidades de sucesión:

> "Existen en el mundo dos clases de regularidad u orden... Se trata de las regularidades de co-presencia u orden espacial, y de las regularidades de sucesión u orden temporal. Las regularidades de co-presencia son pautas (*patterns*) de orden espacial en algún instante del tiempo... Las regularidades de sucesión son *simples pautas del comportamiento* de objetos, tales como su comportamiento de acuerdo con las *leyes de la naturaleza*: por ejemplo, la ley de gravitación de Newton..."[35].

Tanto en el ejemplo recién mencionado, como a lo largo de toda su reflexión, Swinburne alude a las leyes naturales en un sentido moderno, que corresponde, en buena parte, a las leyes científicas. Es dudoso, como mínimo, que cuando Aristóteles y Tomás de Aquino hablan del obrar natural, pensasen en leyes naturales relacionadas con formulaciones cuantitativas. En cualquier caso, cuando en la quinta vía se dice que los cuerpos naturales actúan *del mismo modo*, con esta afirmación se pretende mostrar que obran por un fin.

En efecto, según el texto de la quinta vía, que los cuerpos naturales obran por un fin "se pone de manifiesto porque siempre o muy frecuentemente *obran de la misma manera* (*eodem modo operantur*) para conseguir *lo mejor*; de donde es patente que llegan al fin *no por azar*, sino intencionadamente". No se trata de una simple regularidad de sucesión. Hemos visto que se trata de un *modo de obrar* que corresponde a los cuerpos naturales, y que, para

35. *Ibid.*, p. 54. La cursiva es mía.

Tomás de Aquino, *el obrar sigue al ser*: el obrar es como una prolongación del ser, el despliegue del modo de ser de cada cosa. Sin duda, esto puede relacionarse con las leyes naturales y las leyes científicas, pero Tomás de Aquino no está hablando aquí de leyes, sino de *la actividad real* de los cuerpos naturales. Esa actividad refleja dimensiones *ontológicas* que tienen *manifestaciones empíricas*, pero no se reducen a ellas.

Sólo así se comprende que Tomás de Aquino considere *la constancia en el obrar* como una *prueba* de la *finalidad*, que es una dimensión claramente ontológica, y como una refutación del *azar*. No niega que exista el azar. Niega que los resultados del azar se produzcan siempre o muy frecuentemente de la misma manera: cuando esto sucede, es señal de que las acciones provienen de un *principio interior*, que es la *naturaleza* de cada cuerpo. Sólo un principio interior puede dar razón de la constancia en el obrar, que resultaría inexplicable si los efectos se debieran a simples coincidencias accidentales.

Además, en la quinta vía se afirma que los cuerpos naturales obran del mismo modo "para conseguir *lo mejor* (*id quod est optimum*)". Esta afirmación puede desconcertar al lector actual, pero ocupa un lugar central en el pensamiento de Aristóteles y de Santo Tomás y, por supuesto, en la quinta vía. Sin este elemento, la quinta vía carecería de sentido.

Sin embargo, cuando Swinburne examina la quinta vía, su primer comentario consiste en una propuesta: ignorar que esa afirmación (la referencia a la consecución de lo mejor) contenga ningún *juicio de valor*. Esto le permite afirmar que "el argumento de Santo Tomás es un argumento

que parte de las regularidades de sucesión"[36]. Pero el juicio de valor que Swinburne propone ignorar, se encuentra en el núcleo de la quinta vía.

Por consiguiente, la valoración de Swinburne no corresponde, en aspectos importantes, a lo que afirma la quinta vía. Pero su reformulación del argumento teleológico tiene gran interés, porque resalta la función de las leyes naturales en la base del argumento. Swinburne afirma que casi todas las regularidades de sucesión se deben a la operación normal de las leyes científicas, pero añade que esto equivale a decir que esas regularidades son casos particulares de regularidades más generales, y que no puede darse una explicación científica de la operación de las regularidades más básicas. De ahí concluye que si no nos contentamos con afirmar la existencia de las regularidades básicas como un simple hecho, sino que buscamos explicarlas, debe recurrirse a la actividad racional de un agente libre[37].

En efecto, la existencia de leyes resulta inexplicable a menos que exista un fundamento último racional, y esta afirmación adquiere mayor peso cuando se advierte que las leyes básicas deben ser tales que, a partir de ellas, pueda desarrollarse todo un complejo de leyes particulares cuya cooperatividad hace posible la existencia de un elevado grado de organización individual y colectiva.

---

36. *Ibid.*, p. 57.
37. Cfr. *ibid.*, p. 58.

2.7. *La teleología, el mal y el bien*

Hemos subrayado que una afirmación central del argumento teleológico es la consecución, de modo constante y por tanto debida a la naturaleza de las cosas y no al azar, del *bien*. Por tanto, las nociones de bien y de mal desempeñan una función central en el argumento.

Una de las dificultades principales que pueden plantearse frente al argumento teleológico es *la existencia del mal*. Tomás de Aquino dedicó gran atención a este problema a lo largo de toda su obra. En la Suma Teológica, al exponer las cinco vías, sintetizó su respuesta en pocas palabras: Dios permite el mal en vistas a salvaguardar bienes mayores. Esta idea se aplica a dos casos diferentes: el mal *moral*, debido al mal uso de la libertad por parte de la persona humana, y el mal *físico*, que es al que propiamente se refiere a la finalidad natural.

En el caso del *mal moral*, que es el mal en sentido radical, no es fácil explicar cómo podría compaginarse su eliminación con la libertad humana. Por tanto, se puede comprender que Dios lo permita, porque la posibilidad del mal moral responde a la existencia de la libertad humana, que es un bien todavía superior.

El *mal físico*, al que propiamente se refiere el argumento teleológico, puede justificarse de dos maneras. En primer lugar, teniendo en cuenta que se trata sólo de un mal relativo que puede ordenarse a un bien superior, que es el bien espiritual. Y en segundo lugar, advirtiendo que el bien supremo de la naturaleza es el orden total del cosmos, de tal manera que los males físicos particulares pueden quedar integrados en ese bien superior. La existencia del mal físico no se opone a la bondad divina: parece inevitable que

existan conflictos entre diferentes bienes particulares, pero esos conflictos pueden resultar integrados en un bien superior.

Las consideraciones anteriores se limitan a los aspectos del problema del mal que se relacionan directamente con nuestro tema. Sin duda, el problema del mal posee otras dimensiones cuyo estudio requiere situarse en las perspectivas de la antropología y de la teología.

Por lo que se refiere a la aplicación de la idea de *bien* en el argumento teleológico, Tomás de Aquino afirma que el mundo no sólo es bueno, sino *muy bueno*. Esta afirmación se encuentra, en parte, relacionada con una cosmovisión superada, según la cual incluso los movimientos de los cuerpos físicos podrían considerarse buenos porque se relacionan con su lugar natural, que determina un orden en la estructura del universo. Pero la idea fundamental sigue siendo actual. Para advertirlo, es preciso acudir a textos que sólo se relacionan con la quinta vía de modo indirecto pero que, sin embargo, resultan fundamentales para clarificar su significado.

En uno de ellos, Tomás de Aquino se pregunta *cómo se ordenan las cosas de modo diverso hacia sus fines*. En la respuesta se refiere a aspectos de la cosmovisión antigua, pero a continuación expone sus ideas de fondo, que son independientes de esa cosmovisión. Afirma que la *intención* (*intentio*) de todo lo que se mueve, es una *tendencia* hacia un *acto*, y añade que:

> "En los actos de las formas se encuentran grados. En efecto, la materia primera está primeramente en potencia respecto hacia la forma del elemento. Pero existiendo bajo la forma del elemento, está en potencia hacia la forma del mixto, por lo cual los elementos son la materia del mixto. Considerada bajo la forma del mixto, está en potencia hacia el alma vegetativa, ya que el alma es el acto de un cuerpo de ese tipo. Además, el alma

> vegetativa está en potencia hacia la sensitiva, y la sensitiva hacia la intelectiva... Pero después de esta forma no se encuentra en lo generable y corruptible una forma posterior y más digna. Por tanto, *el último fin de toda generación es el alma humana, y hacia ella tiende la materia como hacia la última forma.* En consecuencia, los elementos existen a causa de (*propter*) los cuerpos mixtos; éstos a causa de los vivientes; entre los cuales, las plantas a causa de los animales, y los animales a causa del hombre. Por tanto, *el hombre es el fin de toda generación* "[38].

Este texto muestra qué entiende Tomás de Aquino cuando afirma que los cuerpos naturales "siempre o muy frecuentemente obran de la misma manera para conseguir *lo mejor*". Se trata de un punto de vista plenamente actual. Las entidades naturales se encuentran en niveles jerarquizados. Su actividad consiste en el desarrollo de capacidades direccionales, que corresponden a su modo de ser propio. El despliegue de esas capacidades hace posible la existencia de niveles de mayor organización, y finalmente, la existencia del hombre. En definitiva, la actividad tendencial de las entidades naturales hace posible la existencia de la persona humana.

Tomás de Aquino afirma expresamente que Dios ha creado el universo para el hombre. Recuerda que puede hablarse de la finalidad en dos sentidos: como *tendencia natural*, o como *plan* de un agente inteligente, y afirma que el hombre es el fin de las criaturas en los dos sentidos[39].

Para afirmar que Dios ha creado el universo en vistas al hombre es preciso recurrir a razonamientos que trascienden el ámbito del argumento teleológico. Pero esa afirmación resulta plenamente congruente con la existencia,

---

38. TOMÁS DE AQUINO, *Suma contra los gentiles*, libro III, capítulo 22.

39. Cfr. TOMÁS DE AQUINO, *Comentario a las Sentencias*, libro II, distinción I, cuestión II, artículo III, cuerpo.

en todos los niveles de la naturaleza, de tendencias naturales cooperativas que hacen posible la vida humana.

Desde esta perspectiva, la aplicación de la noción de *bien* a la naturaleza implica un *antropocentrismo* legítimo, que refleja el puesto central del hombre en el cosmos. La afirmación de la bondad de la naturaleza supone el concepto de *perfección ontológica*, que se refiere al ser y al obrar de las entidades naturales, y a ello se añade la consideración del bien desde una perspectiva antropocéntrica que resulta congruente con la unidad y gradualidad de los niveles de la naturaleza.

Ya nos hemos referido anteriormente a la relación entre la actuación divina y la actividad de la naturaleza. No se trata de una simple armonía. Si la actividad natural responde al plan divino, deberá afirmarse que Dios no sólo la respeta, sino que la quiere positivamente, aunque también pueda producir efectos que sobrepasen las posibilidades de la naturaleza. Por tanto, resulta congruente que el plan divino cuente con el despliegue del dinamismo natural. Bajo esta perspectiva se comprende, por ejemplo, que el plan divino sea compatible con un despliegue zigzagueante del dinamismo natural que puede producir resultados no destinados a sobrevivir, y con la existencia de mecanismos en los que se combinan la necesidad y el azar, la variación y la adaptación. La afirmación del plan divino no equivale a afirmar que todo lo que sucede en la naturaleza sea bueno *bajo cualquier punto de vista*.

3. LA FUNDAMENTACIÓN RADICAL DE LA NATURALEZA

La reflexión filosófica se ha preguntado en todas las épocas acerca del significado y fundamentación últimos de la naturaleza. Nos referiremos a algunas respuestas clásicas especialmente relevantes, aludiremos también a algunas posiciones naturalistas actuales y, finalmente, consideraremos la naturaleza desde la perspectiva de su fundamento metafísico radical.

3.1. *Panorama histórico* [40]

La explicación de la naturaleza en términos de algo divino se encuentra ampliamente representada entre los presocráticos, como ya hemos visto. También ocupa un lugar destacado en la obra de Platón, como se advierte en el *Timeo* y en otros diálogos platónicos.

Aristóteles llega a afirmar la existencia de Dios por dos caminos: el de la Física y el de la Metafísica. La Física aristotélica culmina con la prueba de la existencia del *primer motor inmóvil*, y la Metafísica con la afirmación del *acto puro*, de Dios como viviente eterno perfecto. Además, existe una estrecha correspondencia entre los dos caminos. Se trata de dos tesis correlativas, a las que corresponde la preeminencia de la forma sobre la materia en la Física, y la prioridad del acto sobre la potencia en la Metafísica. La

---

40. En el comentario a las ideas de Aristóteles, Descartes y Kant nos hemos inspirado en: J. LADRIERE, *Physique et Métaphysique*, publicación provisional, Universidad de Lovaina, curso 1982-1983.

naturaleza encuentra su sentido último en lo divino. La doctrina metafísica se construye a partir del estudio de los entes físicos, que es la base para la ascensión hasta el acto puro.

La afirmación del primer motor inmóvil se encuentra en el contexto de la eternidad del movimiento. La divinidad aristotélica no es creadora. Su influencia sobre la naturaleza se ejerce al modo de la causa final, que atrae sin cambiar. El curso de la naturaleza representa una imitación de lo divino; a través del movimiento circular, perfecto y eterno de los astros, y a través de los ciclos de generación en los que perecen los individuos pero se perpetúan las especies y las formas, la naturaleza tiende hacia lo divino y lo imita de acuerdo con su modo propio de ser. El universo aristotélico es teleológico en todas sus dimensiones.

La afirmación aristotélica de lo divino culmina con la afirmación del acto puro como pensamiento que se piensa a sí mismo (*nóesis noéseos*) y como viviente eterno perfecto:

> "Así la actualidad, más que la potencia, es el elemento divino que la inteligencia parece encerrar, y el acto de contemplación es la felicidad perfecta y soberana. Por tanto, si ese estado de goce que nosotros sólo poseemos en algunos momentos, Dios lo posee siempre, eso es admirable; y si lo tiene mayor, es todavía más admirable. Ahora bien, es así como lo tiene. Y la vida también pertenece a Dios, pues el acto de la inteligencia es vida, y Dios es este acto mismo; y el acto subsistente en sí de Dios es una vida perfecta y eterna. Así nosotros llamamos Dios a un viviente eterno perfecto; la vida y la duración continua y eterna pertenecen, pues, a Dios, pues es eso mismo lo que es Dios"[41].

Aristóteles no afirmó la creación. Tomás de Aquino integró las ideas aristotélicas en un nuevo contexto meta-

---

41. ARISTÓTELES, *Metafísica*, XII, 7, 1072 b 23 - 30.

físico, centrado en torno al acto de ser y la participación. La relación entre la física y la metafísica sigue siendo una relación de continuidad entre dos niveles diferentes pero estrechamente unidos, más aún que en Aristóteles. En efecto, Dios es distinto de los entes creados pero, como Causa primera del ser de los entes, es más íntimo a los propios entes de lo que ellos lo son a sí mismos.

Según Tomás de Aquino, la existencia de Dios no puede ser conocida *a priori*, puesto que sería necesario conocer una causa anterior a Dios, y esa causa no existe. Tampoco *a simultaneo*, porque el argumento ontológico supone un paso ilegítimo del orden ideal al real. La prueba racional de la existencia de Dios debe ser *a posteriori*, y consiste en remontarse hasta el Creador partiendo de las cosas creadas. Esto es posible porque los efectos exigen una causa proporcionada. Aunque no podemos conocer en esta vida a Dios tal como es en sí mismo, podemos conocerle como Autor de la creación. Se trata de un conocimiento por *analogía*, que es posible porque en las cosas creadas existen vestigios del poder y de la sabiduría de Dios.

Las pruebas de la existencia de Dios son metafísicas, puesto que implican el paso del nivel físico al metafísico. Pero, tal como corresponde a nuestro modo de conocer, la metafísica se apoya en la física. Esto vale para todas las vías. La teleología ocupa un lugar preponderante en la quinta vía; ya hemos analizado sus relaciones con la cosmovisión actual.

El *mecanicismo* que acompañó al nacimiento de la ciencia moderna no dejaba lugar para la finalidad. Sin embargo, iba de la mano con la afirmación de Dios, incluso utilizando argumentos relacionados con la nueva ciencia. Los pioneros de la física moderna y muchos de sus

seguidores vieron en la nueva ciencia una base especialmente apta para probar la existencia de Dios, y formularon toda una serie de argumentos de valor muy desigual.

Descartes relacionó a Dios con la filosofía natural de un modo peculiar. En cierto sentido, recurrió a Dios para llenar las *lagunas de inteligibilidad* de su física. Por ejemplo, como la física cartesiana se reduce a choques, existe una laguna de inteligibilidad para comprender cómo los choques provocan cambios en los que aparecen nuevas configuraciones; Descartes la rellenó recurriendo a la idea de *creación continuada*: Dios crea de nuevo el mundo en su nueva configuración. Según esta perspectiva, Dios re-crea el mundo en cada instante, actuando de acuerdo con las leyes que él mismo ha puesto en el mundo (conservación de la cantidad de movimiento y leyes de los choques). Además, Descartes recurrió a la perfección e inmutabilidad divinas para garantizar la conservación de la cantidad del movimiento que Dios ha impreso al universo en su comienzo.

Estos argumentos no son muy afortunados, ya que el recurso a Dios viene concebido en función de una física deficiente o para proporcionar un fundamento metafísico a leyes físicas particulares que, propiamente, no remiten a ese fundamento. La física cartesiana es una física geométrica; le falta la dinámica, pues carece de la noción de fuerza, que ocupó un lugar central en la física newtoniana. Por este motivo, la física cartesiana exige una especie de contrapartida metafísica, que es la creación continua.

Descartes también recurrió a Dios para explicar la configuración inicial que habría conducido hasta el estado presente del universo. Este argumento enlaza con un problema que sigue siendo actual: las condiciones iniciales del universo deben ser tales que pueda comprenderse su

estado actual. Sin embargo, para afirmar la existencia de Dios sobre esa base sería preciso completar el razonamiento mediante conceptos propiamente ontológicos y metafísicos.

El recurso a Dios para llenar *lagunas* de inteligibilidad de *teorías físicas particulares* es un modo incorrecto de plantear el problema de la trascendencia. Las pruebas tomistas adoptan una perspectiva diferente, ya que afirman la acción divina como algo necesario para comprender las *perfecciones positivas* que se dan en la naturaleza. Sin duda, también suponen la insuficiencia de la naturaleza para dar razón de su ser y su obrar. Pero las vías tomistas parten del *modo de ser* de las entidades naturales y de su dinamismo, lo conceptualizan en una perspectiva ontológica, y muestran que exige un fundamento que se encuentra fuera de la naturaleza.

Esta perspectiva se apoya en la *filosofía natural.* Cuando esta filosofía viene sustituida por perspectivas científicas particulares, el tránsito hacia la metafísica resulta arbitrario. Por ejemplo, cuando se afirmó el mecanicismo como si fuera una auténtica filosofía natural, surgieron problemas irresolubles. Problemas de este tipo se plantearon en la época de la física clásica, cada vez que se pretendió relacionar directamente la nueva ciencia con la metafísica y con la teología natural; y ya se ha señalado que esos intentos fueron abundantes.

Al mismo tiempo, también se dio el fenómeno inverso, o sea, la utilización de la ciencia con fines antimetafísicos y anti-teológicos. Esto explica, en parte, el planteamiento de Kant. En efecto, el agnosticismo kantiano puede ser considerado, en cierto modo, como un intento de mostrar que la ciencia no permite afirmar ni negar la existencia de Dios.

Kant criticó las pruebas racionales de la existencia de Dios como ilegítimas, ya que, en su opinión, en ellas se otorga alcance metafísico a unos conceptos que sólo son válidos en el ámbito de los fenómenos. Pero esa crítica está condicionada por las limitaciones de la teoría kantiana del conocimiento, según la cual no podemos trascender el ámbito de los fenómenos: la realidad, tal como es en sí misma, sería incognoscible. A su vez, esta teoría del conocimiento se encuentra demasiado condicionada por un análisis peculiar de la física newtoniana, a la que Kant consideraba como definitiva.

Kant criticó el *argumento teleológico*, afirmando que extrapola la noción de *finalidad* fuera de sus límites legítimos, pues supone una analogía entre las producciones de la naturaleza y las del arte humano. Según Kant, sólo podemos afirmar la finalidad en el ámbito de la acción humana. Además, Kant añade que, aunque valiera la analogía entre la acción humana y la actividad natural, el argumento teleológico sólo conduciría hasta un arquitecto, no hasta un creador; para dar ese salto habría que recurrir a la contingencia del mundo. Por este motivo, Kant afirmó que la prueba teleológica supone la prueba cosmológica (basada en la contingencia del mundo), la cual, a su vez, supone la prueba ontológica, que es inválida. Según Kant, la finalidad sólo podría ser una idea regulativa, útil como guía para la investigación de la naturaleza, pero inadecuada para expresar las características reales de la naturaleza.

Ya hemos aludido a los límites de la crítica kantiana. La teoría kantiana del conocimiento hace imposible la filosofía natural y, en consecuencia, no sólo queda eliminada la finalidad natural, sino también la metafísica y la teología natural. La crítica kantiana depende del planteamiento básico de su filosofía, que fue concebida, en buena

parte, como un intento de proporcionar un fundamento filosófico a las ciencias. Pero ese intento falló. El progreso científico posterior ha mostrado que la epistemología kantiana era demasiado estrecha y que sus aspectos aprovechables han de ser sometidos a una profunda revisión.

3.2. *El naturalismo*

El naturalismo afirma que la naturaleza es la realidad total, o sea, una realidad auto-contenida que no remite a ulteriores fundamentos. Las posiciones naturalistas han encontrado defensores en todas las épocas, pero en la nuestra suelen buscar el apoyo de las ciencias, presentándose, con frecuencia, como si fuesen una consecuencia de la actividad científica, de sus presupuestos, de sus métodos o de sus resultados.

Con frecuencia, las críticas naturalistas contra las pruebas de la existencia de Dios suponen que se recurre a un *deus ex machina*, una especie de tapa-huecos para rellenar las lagunas de nuestra ignorancia. Esta crítica puede ser válida frente a algunas argumentaciones que ya hemos mencionado, pero no afecta a las pruebas verdaderamente rigurosas.

Por otra parte, el *naturalismo científico* pretende eliminar de nuestro conocimiento y de la realidad todo aquello que no sea accesible a las ciencias. El naturalismo es *epistemológico* cuando pretende basarse en consideraciones sobre el valor del conocimiento, y *ontológico* cuando niega la existencia de cualquier realidad que sobrepase el nivel científico. Pero estas posiciones suponen un cientificismo que es contradictorio en su propio planteamiento. Además, la ciencia experimental se basa en presupuestos filosóficos

de tipo realista, que se refieren a la existencia de un orden natural objetivo y a nuestra capacidad de conocerlo, y estos presupuestos son coherentes con las bases filosóficas de las pruebas de la existencia de Dios.

Una manifestación del naturalismo es el *naturalismo evolucionista* que, frente a la prueba teleológica, afirma que los mecanismos de la evolución permiten explicar el orden natural como un resultado de los procesos de mutación, adaptación y selección. Sin embargo, esa explicación no es suficiente. Por una parte, porque la evolución sólo puede darse a partir de algo que ya existe: el método científico no permite explicar la existencia de la naturaleza, que remite a un fundamento radical. Por otra parte, porque la evolución supone la existencia de leyes que, en último término, tampoco pueden ser explicadas completamente por la ciencia. Y además, porque el azar, aunque intervenga en los procesos naturales, no es la causa propia de los resultados de esos procesos: la producción de nuevos seres remite a causas propiamente dichas, que puedan dar razón de la organización real de las entidades naturales.

El esquema darwinista de variación y selección puede proporcionar explicaciones parciales. Pero han de ser completadas con la existencia de disposiciones, tendencias y cooperatividad: deben existir *programas* que hagan posible el orden real. Conocemos el resultado final; los posibles antecedentes deben ser coherentes con ese resultado, y esto impone condiciones de posibilidad que se refieren al modo de ser de las entidades naturales y a su cooperatividad.

En definitiva, las teorías evolucionistas, mientras permanecen en su ámbito propio, o sea, como explicaciones científicas que dejan la puerta abierta a los interrogantes últimos, no son contrarias, en modo alguno, a la afirmación de la finalidad natural ni de la existencia de Dios. Es inte-

resante subrayar que, en la actualidad, esta conclusión es generalmente admitida, también por parte de los científicos que ocupan un lugar destacado en la defensa del evolucionismo y que no tienen creencias religiosas.

Por motivos semejantes, en el ámbito de la *evolución cósmica*, las teorías de la *cosmología científica* que estudian el origen del universo, tampoco llegan hasta el nivel metafísico. El método científico lo impide. La ciencia experimental no puede pronunciarse, ni a favor ni en contra, con respecto a la existencia de Dios. Para abordar rigurosamente esta cuestión, es necesario recurrir a razonamientos ontológicos y metafísicos. Por este motivo, resulta inadecuada tanto la utilización apologética de la cosmología, como si sus modelos tuvieran fuerza demostrativa en el ámbito metafísico, como la utilización de los modelos cosmológicos para negar la trascendencia.

Sin embargo, se ha llegado a afirmar que sería posible explicar científicamente una presunta *auto-creación* del universo. Ya nos hemos referido a las extrapolaciones metodológicas ilegítimas que supone esa afirmación. Examinaremos ahora con más detalle esas extrapolaciones[42].

Una de ellas se relaciona con el *tránsito desde lo espacio-temporal hasta lo material*; se afirma que ese tránsito sería posible gracias a las *fluctuaciones topológicas* de la *gravedad cuántica.*

La gravedad cuántica es una teoría que busca unir la teoría de la relatividad con la física cuántica. Es una de las teorías más difíciles de la física actual. Propiamente no ha

---

42. Pueden verse al respecto las publicaciones ya citadas: W. L. CRAIG, *God, Creation and Mr Davies* ; y W. E. CARROLL, *Big Bang Cosmology, Quantum Tunnelling from Nothing, and Creation.*

alcanzado todavía un estatuto claro, debido a la dificultad de los problemas que estudia. Uno de los aspectos de la gravedad cuántica es la *producción de estructuras espacio-temporales*, proceso que es denominado *transición topológica*. De modo intuitivo, la idea sería que podrían existir estructuras espacio-temporales sin materia, y se podría explicar científicamente cómo se producen esas estructuras.

Desde el punto de vista de la física, es legítimo utilizar construcciones que no corresponden a las intuiciones ordinarias, con tal que se definan con rigor tanto en el ámbito teórico como en el experimental. Si se interpretan las fuerzas como distorsiones del espacio-tiempo, entonces parece posible hablar de un espacio-tiempo diferente del que nos representamos habitualmente, puesto que se le atribuirían efectos físicos que de ordinario se conciben como materiales. Es posible, entonces, hablar de las transiciones topológicas, con tal que no se incurra en el equívoco de interpretarlas como si el espacio-tiempo en el sentido ordinario pudiera existir con independencia de la materia. Por tanto, las posibles transiciones topológicas de la gravedad cuántica no explican que pudiera producirse materia a partir de un espacio-tiempo inmaterial.

Otro equívoco se refiere a lo que los físicos denominan procesos de *creación* y de *aniquilación* de materia. En efecto, una de las consecuencias de la teoría especial de la relatividad es la ecuación que establece la equivalencia entre *masa* y *energía*. Esta equivalencia se aplica a fenómenos en los cuales a partir de la energía se producen pares de partículas subatómicas (una partícula y su correspondiente antipartícula: por ejemplo, un electrón y un positrón). En esos casos suele hablarse de *creación de partículas* o de *materialización de la energía*. También se dan los procesos inversos, y entonces suele hablarse de la

aniquilación de la materia. Pero en ambos casos se trata de procesos físicos en los que se dan transformaciones análogas a las de cualquier otro proceso físico, y no tiene sentido tomar aquí los términos *creación* y *aniquilación* en su sentido metafísico estricto.

Las confusiones aumentan cuando interviene la *antimateria*, que en verdad es tan real como la materia ordinaria, ya que está compuesta por partículas que poseen las mismas características que las ordinarias pero tienen alguna propiedad de signo inverso, como la carga eléctrica en el caso del electrón y el positrón. Sin embargo, cuando se habla metafóricamente de la *creación* o de la *aniquilación* de un par de partículas para designar la aparición de una partícula y una antipartícula a partir de la energía o el proceso inverso, parecería que el mundo del físico se encuentra cercano al del metafísico. En realidad, esa impresión se debe a una simple trasposición de significados entre ambos planos, o sea, a una confusión semántica que desaparece en cuanto se precisan los respectivos contextos.

Tal confusión se agudiza más todavía cuando interviene el concepto del *vacío* que, en apariencia, se encuentra próximo al concepto de la *nada*. En física, el concepto de vacío nada tiene de misterioso. Se utiliza para designar el estado en que se encuentra una zona del espacio después de extraer de ella, mediante procedimientos experimentales, la materia en estado sólido, líquido o gaseoso, y las radiaciones. Si bien el progreso técnico permite obtener vacíos cada vez más perfectos, lo que se logra no es la *nada* en sentido ontológico. El concepto de la *nada absoluta* no tiene lugar en la física, ya que no es operativo ni puede relacionarse con ninguno que lo sea; en otras palabras, no puede ponerse en relación con ningún proceso observable experimentalmente. De hecho, hay distintos tipos de vacío,

según las teorías y métodos empleados; se habla, por ejemplo, del *vacío clásico* y del *vacío cuántico* [43]. El *vacío cuántico* es un estado físico que posee una estructura compleja y produce fluctuaciones en los campos físicos. Es un concepto que se encuentra habitualmente en las explicaciones acerca del origen del universo. Se define en el contexto de la física cuántica, ámbito en el que siguen existiendo discusiones en torno al significado del *indeterminismo*.

En este contexto, en ocasiones se afirma que en el mundo cuántico existen *sucesos sin causa* [44]. Desde luego, el físico no tiene por qué admitir un determinismo al estilo del que se asoció a la física clásica. Sin embargo, el indeterminismo no se opone a la afirmación de la causalidad en el nivel ontológico, y la confusión sólo surge si se identifican la predictibilidad y la causalidad[45]. Una vez deshecho el equívoco, es fácil reconocer que todo proceso, también en el nivel cuántico, exige la existencia de causas que expliquen su producción.

Cuando se afirma la posible auto-creación del universo, suele decirse que el universo podría haber surgido como efecto de una *fluctuación del vacío cuántico*, sin que

---

43. Cfr. L. P. FULCHER~J. RAFELSKI~A. KLEIN, *Desintegración del vacío*, Investigación y Ciencia, nº 41, febrero 1980, pp. 84-92; T. H. BOYER, *El vacío clásico*, Investigación y Ciencia, nº 109, octubre 1985, pp. 42-51.

44. P. DAVIES, *God and the New Physics*, cit., p. 215: "el factor cuántico permite que, en el mundo subatómico, ocurran sucesos sin causas".

45. Cfr. *ibid.*, p. 34, donde Davies identifica la imposibilidad de efectuar predicciones inequívocas con la ausencia de causas, afirmando: "este suceso no tiene causa, en el sentido de que es inherentemente imprevisible".

esa fluctuación debiera tener una *causa*. La fluctuación podría haber producido *estructuras espacio-temporales*, y a partir de ellas habría surgido la *materia*. Si además se identifica el vacío con la *nada*, llega a afirmarse que la *autocreación* resultaría explicable mediante las leyes de la física.

Sin embargo, hemos señalado que el vacío físico no puede identificarse con la nada en sentido ontológico; que, además, el indeterminismo cuántico no permite afirmar que las fluctuaciones del vacío físico puedan darse sin causas; que las estructuras espacio-temporales, en el contexto de la teoría de la relatividad, tienen un sentido físico y, por tanto, no implican la existencia de espacio y tiempo con independencia de la materia; y por fin, que la materia se identifica, en este contexto, con las partículas, cosa que puede ser legítima en la física, pero que no puede interpretarse en el sentido de que otras entidades físicas, como la energía, sean inmateriales.

Entre quienes propugnan la autocreación del universo se encuentra Paul Davies. Según Davies, las fluctuaciones cuánticas del campo gravitatorio producirían estructuras espacio-temporales a partir de la nada, y luego, del espacio-tiempo vacío se producirían partículas materiales mediante las fluctuaciones del vacío cuántico; por fin, el resto del universo se produciría a partir de esas partículas, de acuerdo con las leyes físicas[46]. Davies concluye en una doctrina de tipo *panteísta*, presentando el panteísmo como si fuera una idea compartida generalmente por los científicos: sería, dice, "la creencia vaga de muchos científicos de que Dios es la naturaleza o Dios es el universo". Su propuesta viene a ser la sustitución del Dios personal creador por "una mente

---

46. Cfr. *ibid.*, pp. 214-215.

universal que exista como parte de ese único universo físico: un Dios natural, en oposición al sobrenatural"[47].

Pero el panteísmo tampoco tiene relación alguna con la física. Se trata de una doctrina que debe afrontar las dificultades que provienen de identificar las características de un absoluto divino con las entidades limitadas y mudables de la naturaleza, y cuando se pretende relacionar esa doctrina con la ciencia, las dificultades se hacen todavía más concretas. Por ejemplo, el mismo Davies señala que, si el universo atraviesa ciclos de expansión y contracción, el absoluto divino también los habría de atravesar. En definitiva, el universo cambiante no posee las propiedades divinas que el panteísmo debe adjudicarle.

La auto-creación del universo ha sido defendida de modo netamente reduccionista y racionalista por P. W. Atkins. Sus razonamientos se fundamentan también en las ideas del espacio-tiempo carente de estructura, de las fluctuaciones cuánticas y de las transiciones topológicas. La materia viene reducida a espacio, y la creación no sería más que la formación del espacio.

Las conclusiones de Atkins no son un modelo de claridad. Afirma que

> "ésta es la especulación central: el espaciotiempo genera su propio polvo en el proceso de su propia autocongregación"... "en el momento de la creación la nada se divide, en cierto sentido, en opuestos extremadamente simples. Si la separación genera una parte suficientemente compleja, los opuestos adquieren estabilidad y perduran después ferazmente"... "el tiempo presta vida a los puntos; los puntos prestan vida al tiempo. El tiempo hizo existir a los puntos y los puntos hicieron existir al

47. *Ibid.*, pp. 38 y 223.

> tiempo. Así es como el universo se aúpa tirando de sus propias orejas"[48].

Atkins reconoce que las teorías físicas en que pretende basarse se encuentran todavía en un estado conjetural. "Este es el objeto de la física del futuro", dice. Y añade:

> "El cuadro que trazo aquí es vago porque es una especulación acerca de la forma que tendrá la solución final del problema de la creación... no se puede menos que ser vago al tratarse de sucesos que preceden a la creación, puesto que no han sido establecidos cuantitativamente... lo que estamos tratando de expresar con estas observaciones es que existe la posibilidad de dar una explicación de la creación y de los sucesos que la precedieron".

Sin embargo, afirma que la explicación fundamental ya está delineada y que, en poco tiempo, alcanzará su forma definitiva: "la ciencia fundamental puede estar tocando a su fin, y pudiera estar concluida en la próxima generación". Advierte que eso mismo ha sido dicho otras veces, pero asegura que ahora va en serio[49].

Gracias a los avances de la cosmología científica, por primera vez en la historia se dispone de cálculos verosímiles acerca de la *edad del universo*. Se entiende que ello haya suscitado nuevas discusiones sobre el problema *metafísico* de la *creación*. Sin embargo, la edad del universo tal como es descrita por la cosmología, no prueba que en ese momento haya debido producirse la creación. Desde el punto de vista de la física, siempre es posible preguntarse por estados anteriores del universo, y esa pregunta no tiene un límite que pueda ser señalado por la ciencia. El problema de la creación es un problema metafísico, cuyo análisis exige planteamientos que van más allá de las posibilidades del método experimental.

---

48. P. W. ATKINS, *La creación*, cit., pp. 139, 143 y 145.
49. *Ibid.*, pp. 136 y 160.

De algún modo, se trata del tema que Kant abordó en la primera antinomia cosmológica de su *Crítica de la razón pura*. Kant sostuvo que no puede demostrarse racionalmente que el mundo sea finito o infinito en el espacio o en el tiempo, basándose en la carencia de representaciones fenoménicas que pudieran prestar contenido objetivo a las argumentaciones. Sin duda, Kant pretendió afirmar que la física matemática es incompetente para juzgar estas cuestiones. No es necesario admitir todo su sistema para advertir que en este punto tenía razón. Aunque su interpretación de la física estuviese demasiado condicionada por la aceptación de la física newtoniana como teoría definitiva, Kant vio con suficiente claridad que el método experimental, mediante el cual dirigimos preguntas a la naturaleza de acuerdo con un plan preconcebido para obtener respuestas adecuadas, no puede extenderse a problemas acerca de los cuales no se puede concebir ni realizar ningún tipo de experimentos.

La indemostrabilidad científica de la finitud o infinitud temporales del universo no equivale a dejar zanjado el problema de la creación. En este sentido, Tomás de Aquino fue enteramente radical cuando afirmó que, en el ámbito puramente racional, es posible admitir que el universo hubiera tenido una duración indefinida, y que sólo se conoce que no fue así por la revelación sobrenatural[50]. Tomás de Aquino sostuvo que, si no se dispusiera de la revelación, sería posible afirmar la creación del mundo

---

50. Cfr. J. I. SARANYANA, *Santo Tomás: «De aeternitate mundi contra murmurantes»*, Anuario Filosófico, 9 (1976), pp. 399-424, donde se encuentra una versión castellana de ese opúsculo, con notas y comentarios. Sobre este tema puede verse, del mismo autor: *La creación «ab aeterno». Controversia de Santo Tomás y Raimundo Martí con San Buenaventura*, Scripta Theologica, 5 (1973), pp. 127-174.

desde la eternidad; pero, también en ese caso, habría que afirmar que el universo ha sido creado por Dios.

La perspectiva de Tomás de Aquino recuerda que *no puede identificarse la cuestión de la eternidad del mundo con la de su creación.* Ninguna de las pruebas que propuso para demostrar la existencia de Dios supone que el mundo haya tenido un comienzo. Sin embargo, con frecuencia se asocian ambas ideas. Por tanto, no puede sorprender que muchos hayan pensado que había que replantear el problema de la creación cuando la física comenzó a hablar acerca de una edad finita del universo. Pero la presunta explicación física de una auto-creación del universo ha de recurrir a extrapolaciones ilegítimas.

En primer lugar, *se pretende extraer de la física algo que esta ciencia, por su propio método, es incapaz de suministrar*, puesto que sus ideas sólo pueden tener significación empírica si existe algún procedimiento para relacionarlas con experimentos reales o posibles, y esto no sucede cuando se considera el problema del origen absoluto del universo a partir de la nada.

En segundo lugar, el método seguido para obtener esas imposibles conclusiones consiste en *atribuir a las teorías físicas sobre el espacio, el tiempo, la materia, la energía y el vacío un sentido metafísico que no poseen*, ya que tales ideas han de ser definidas en la física de acuerdo con teorías matemáticas y datos experimentales, por lo cual necesariamente se refieren a entidades o propiedades o procesos físicos, y de ningún modo pueden aplicarse a algo como la creación a partir de la nada que, por su propia naturaleza, no es un proceso que relaciona un estado físico previo con otro.

Las reflexiones necesarias para afrontar el problema de la creación son de orden metafísico. La mayoría de los científicos son conscientes de ello, y afirman claramente que no es posible demostrar ni refutar científicamente la existencia de Dios. Los avances de la cosmología proporcionan bases para reflexionar acerca de la creación, pero no pueden extraerse de ellos demostraciones propiamente dichas sobre esta cuestión, que sobrepasa el alcance del método científico.

Por otra parte, las críticas naturalistas suelen afirmar que el *progreso científico* se opone a las pruebas de la existencia de Dios, como si el lugar que ocupa la ciencia desplazara al que ocupa Dios en esas pruebas. Sin embargo, el progreso científico supone que conocemos más leyes y, por tanto, que conocemos mejor el orden objetivo de la naturaleza. Puede afirmarse que cuanto mayor es el progreso científico, más amplio es nuestro conocimiento del orden natural, y que este progreso refuerza las bases sobre las cuales se apoyan las pruebas de la existencia de Dios.

En la actualidad, la naturaleza se muestra ante nuestro conocimiento, más que nunca, dotada de orden y racionalidad. La reflexión rigurosa acerca de la naturaleza conduce a plantear el problema de su fundamentación última. El naturalismo no pasa de ser la afirmación gratuita de un postulado, que suele basarse en extrapolaciones ilegítimas.

La reflexión epistemológica muestra que la ciencia se apoya en un realismo que viene retro-justificado, precisado y ampliado por el progreso científico. Ese realismo ayuda a plantear los problemas de la filosofía natural, y estos problemas, si se llevan hasta sus últimas consecuencias, conducen hasta las cuestiones acerca de la trascendencia.

3.3. *Inteligencia inconsciente*

Desde la perspectiva finalista, la actividad de la naturaleza aparece como obra de una inteligencia inconsciente: la naturaleza no delibera, pero actúa como si realmente poseyera una capacidad racional.

La expresión *inteligencia inconsciente* parece contradictoria, porque los dos términos que contiene son incompatibles. Por tanto, sólo puede ser utilizada como una metáfora. Pero la metáfora tiene una base real: las operaciones de la naturaleza son direccionales y, además, cooperan en la producción de resultados que, en muchos aspectos, sobrepasan ampliamente lo que puede conseguirse mediante la tecnología más sofisticada. En ese sentido, la naturaleza sobrepasa a la razón humana que, por otra parte, sólo puede producir artefactos en la medida en que conoce y utiliza las leyes naturales.

A propósito de esa expresión, Millán Puelles ha escrito:

> "tomada de manera literal, la fórmula *inteligencia sin conciencia* es una contradicción, un puro absurdo, y, sin embargo, tiene un cierto sentido si se la toma como una metáfora. Lo que así entendida significa es la capacidad de ajustar el comportamiento a un cierto fin, a pesar de no tener de él ninguna idea, es decir, *como si* la idea correspondiente estuviera siendo conocida por el ser que así actúa. Tomada de esta manera, se trataría de una capacidad que puede ser afirmada sin incurrir en ningún antropomorfismo, ya que no implica la identidad absoluta del comportamiento humano y el no humano, sino tan sólo una analogía entre los dos...Todo el ser del apetecer es la tensión hacia un fin, con conciencia o sin ella. Y eso es lo que en griego se designa con el término ὄρεξις, de donde viene el adjetivo *oréctico*, utilizado en la terminología contemporánea como

sinónimo de lo que también puede llamarse *tendencial*, es decir, concerniente o relativo a la tendencia"[51].

Esta explicación subraya un aspecto central que con frecuencia queda relegado a la penumbra: el carácter *tendencial* de la finalidad. En los estudios acerca de la finalidad suele subrayarse la existencia del *orden*, pero de tal manera que, no pocas veces, parece hablarse de un orden espacial puramente estático. Sin duda, las estructuras espaciales representan un aspecto importante del orden natural. Pero en el orden natural ocupan un lugar destacado los aspectos dinámicos, que tienen una especial relevancia para plantear el problema de la finalidad.

En efecto, la finalidad se refiere, ante todo, a la *actividad*, al *dinamismo*. El problema de la finalidad se refiere a un comportamiento finalista.

Sin embargo, las estructuras espaciales desempeñan también un lugar importante en el problema de la finalidad. Hemos subrayado el *entrelazamiento del dinamismo y la estructuración*. La direccionalidad del dinamismo natural se manifiesta, en gran parte, en la producción de estructuras espaciales que, a su vez, son fuentes de nuevos despliegues del dinamismo natural.

Por otra parte, al estudiar la explicación radical de la finalidad natural, nos encontramos con el problema de los *elementos*. En la actualidad existen muchos estudios científicos acerca de la producción de orden a partir de estados menos ordenados y, en último término, se llega a los niveles elementales de composición de la materia. Ahí encontramos dificultades debidas, en parte, a que la deter-

51. A. MILLÁN PUELLES, *Léxico filosófico*, cit., p. 452.

minación de los elementos siempre está marcada por la provisionalidad.

Sin embargo, para clarificar los problemas de la finalidad, no necesitamos disponer de explicaciones completas acerca de los elementos últimos de la naturaleza. Basta examinar el orden que conocemos, que se extiende a todos los niveles de la naturaleza, y determinar sus condiciones de posibilidad.

A veces se intenta explicar el orden y la finalidad en función de los elementos, como si los únicos aspectos relevantes fuesen los que se relacionan con la composición de la materia: el orden sería el resultado de combinaciones aleatorias de procesos, y la finalidad sería sólo aparente. Bajo esta perspectiva, y partiendo de la oposición entre el azar y la finalidad, cuanto más se acentúa la función del azar queda menos espacio para la finalidad.

Pero *la oposición entre azar y finalidad no es absoluta*, por dos motivos. El primero es que *la finalidad es compatible con la existencia del azar*: no hay ninguna dificultad en admitir que en los procesos naturales desempeña una importante función el azar, entendido como concurrencia accidental de diferentes dinamismos. El segundo es que *el azar exige la finalidad*. En efecto, ni siquiera podría hablarse de azar si no existiera una direccionalidad, como tampoco tendría sentido hablar de desorden si no existiese ningún tipo de orden.

Las críticas contra la teleología suelen suponer que existe una contradicción absoluta entre el azar y la finalidad; en consecuencia, las explicaciones en las que interviene el azar se valoran como argumentos contra la finalidad. Pero la contradicción entre azar y finalidad no es absoluta. Al afirmar la finalidad, no pretendemos afirmar que no exista

ningún tipo de azar. Simplemente subrayamos que *el azar no puede ser considerado como una explicación total.*

Por ejemplo, para explicar el origen de una frase que tiene sentido en un determinado lenguaje, no basta probar que existe alguna probabilidad de que se haya producido mediante combinaciones de letras al azar: si no existe previamente un lenguaje, ninguna combinación de letras podrá formar términos con significado. *En el origen tiene que haber inteligencia.* Esto es igualmente válido con respecto a la naturaleza. La afirmación de la finalidad equivale a afirmar que la inteligibilidad de la naturaleza se fundamenta, en último término, en una actividad inteligente. La inteligencia inconsciente debe basarse en una inteligencia consciente.

3.4. *La autonomía de la naturaleza*

Al afirmar que la naturaleza remite a un plan divino, no se minusvalora la autonomía de la naturaleza. Más bien sucede lo contrario. Es la perfección de la naturaleza lo que exige, como explicación adecuada, la existencia de un plan divino creador. Se comprende fácilmente que las posiciones naturalistas, con frecuencia, subrayen la existencia del desorden en la naturaleza como una dificultad para la existencia de un plan divino.

La afirmación de Dios como fundamento radical de la naturaleza coincide con la visión presocrática de la naturaleza como impregnada por algo divino, con el ascenso de Aristóteles hasta el acto puro a partir del movimiento, con el argumento teleológico basado en la direccionalidad de la naturaleza, con los argumentos de Leibniz que incorporan el dinamismo básico de lo natural y subrayan la armonía de la naturaleza, y con otros argumentos que se han propuesto en

todas las épocas. Pero es interesante considerar de modo aún más explícito su relación con la cosmovisión actual. El análisis de la cosmovisión actual resulta *coherente* con la existencia de un fundamento que trasciende la naturaleza. Para que la coherencia se transforme en *prueba* debe recurrirse al razonamiento matafísico. La naturaleza reclama un fundamento metafísico: el dinamismo natural no es autocontenido, y su inteligibilidad exige una causa inteligente superior.

De acuerdo con la cosmovisión actual, la materia posee un dinamismo propio en todos sus niveles, y su despliegue se encuentra entrelazado con la estructuración espacio-temporal. La estructuración da lugar, en determinadas ocasiones, a pautas. El despliegue del dinamismo es direccional, como lo muestra la existencia de tendencias y de cooperatividad. Por tanto, el auto-movimiento y la autoorganización no surgen por vez primera en el nivel biológico, aunque en este nivel poseen unas características singulares. El problema del fundamento se encuentra en todos los niveles de la naturaleza, y no sólo en lo viviente o en el hombre.

Las *fronteras entre lo físico y lo metafísico* son colocadas a veces entre la materia y la vida, a veces entre la vida y el espíritu, y a veces entre la naturaleza y el espíritu. En algunas ocasiones se niega que existan tales fronteras, porque se niega lo metafísico. *En sentido radical, esas fronteras no existen*; pero ello no se debe a que no exista lo metafísico, sino a que *todo lo natural incluye dimensiones metafísicas*. El fundamento metafísico es necesario para explicar el origen de la naturaleza, y también lo es para explicar su dinamismo, su estructuración, y el entrelazamiento de ambos en todos los niveles.

Ante la experiencia ordinaria, el mundo aparece como un cosmos que posee dimensiones metafísicas. Las reflexiones de los presocráticos y las culturas antiguas reflejan un universo *encantado* o *mítico*, en el cual lo natural se encuentra entrelazado con lo divino. La perspectiva de la ciencia experimental *objetiva* la naturaleza y *neutraliza* sus dimensiones metafísicas. Se trata de una perspectiva legítima, siempre que no se la absolutice. Cuando se afirma que esa perspectiva agota todo lo que puede conocerse acerca de la naturaleza, se destruye la filosofía natural y, por tanto, el puente entre la naturaleza y la reflexión metafísica. Pero esa absolutización es una extrapolación ilegítima que carece de base y va en contra del rigor propio del método científico.

En la actualidad, la nueva cosmovisión científica proporciona las bases para una verdadera *re-evaluación* de la naturaleza que supere las contradicciones del cientificismo y del naturalismo.

Se han formulado diferentes propuestas en esta línea. Kurt Hübner propone una *re-mitificación*, dejando en claro que no intenta resucitar los mitos propiamente dichos. Hübner defiende la legitimidad de la *perspectiva mítica*, que afirma la presencia de lo divino en la naturaleza, frente a la *ontología de la ciencia* que sería naturalista, argumentando que se trata de perspectivas opcionales, no impuestas por la naturaleza de las cosas[52]. La posición de Hübner señala un aspecto importante del problema; concretamente, que la absolutización de la perspectiva científica es ilegítima. Sin embargo, es posible decir algo más. En efecto, el natura-

52. Cfr. las obras ya citadas: K. HÜBNER, *Die Wahrheit des Mythos*, y *La naissance de l'age scientifique, resultat des lois ou du hasard?*

lismo no es la ontología de la ciencia, sino una posición filosófica insostenible.

Desde una perspectiva muy diferente, David Ray Griffin habla del *re-encantamiento* (*re-enchantment*) de la *ciencia*. Griffin subraya que los avances de la ciencia actual muestran el carácter parcial de algunas explicaciones científicas clásicas y permiten apreciar las limitaciones del cientificismo. Sobre esas bases procede a una re-evaluación de la ciencia que conduciría a una nueva perspectiva filosófica y teológica, que se sitúa en la línea de Alfred North Whitehead y Charles Hartshorne[53].

En la perspectiva procesualista de Whitehead se afirma la existencia de lo divino como fundamento de la inteligibilidad de la naturaleza, pero no parece tratarse de una divinidad estrictamente personal o, al menos, en algunos aspectos no queda claro hasta qué punto esa posición converge con el panteísmo. La perspectiva de Hartshorne es también procesualista, pero contiene una afirmación mucho más elaborada de la divinidad. Sin embargo, resulta problemática con respecto a la omnipotencia divina y a la creación, puesto que, con el deseo de explicar la presencia divina en la creación, parece deslizarse hacia una forma de panenteísmo [54].

---

53. D. R. GRIFFIN (editor), *The Reenchantment of Science. Postmodern Proposals*, State University of New York Press, Albany 1988.

54. Aun manifestando simpatía por el pensamiento de Hartshorne, W. Norris Clarke ha criticado esos aspectos de su filosofía teológica: cfr. W. N. CLARKE, *Charles Hartshorne's Philosophy of God: A Thomistic Critique*, en: S. Sia (editor), *Charles Hartshorne's Concept of God*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1990. pp. 103-123.

La propuesta de Griffin parece atribuir a la ciencia un valor filosófico superior al que realmente posee, y sus conclusiones, al igual que sucede con las de Whitehead y Hartshorne, remiten a una filosofía teológica cuya valoración exigiría un análisis detallado. Hemos mencionado estas posiciones con la intención de subrayar que, desde perspectivas filosóficas y teológicas muy diferentes, en la actualidad se insiste en las repercusiones de la cosmovisión científica con respecto a una reevaluación de la naturaleza en la que intervengan, como elementos básicos, las dimensiones metafísicas.

En efecto, la cosmovisión científica actual proporciona una base muy sugerente para contemplar la naturaleza bajo una nueva luz. Expondremos brevemente algunas perspectivas que quedan abiertas a posteriores articulaciones.

La naturaleza se manifiesta como un despliegue de perfecciones en tres aspectos, que se refieren a tres grandes problemas clásicos. El primero se refiere a la articulación del *ser* y el *devenir:* el devenir natural es un despliegue de *información*, y supone, por tanto, programas que se despliegan a través de las condiciones físicas. El segundo se refiere a la articulación de la *unidad* y la *multiplicidad*: las entidades físicas se combinan en un *orden* que se manifiesta en estructuras y pautas, que poseen diferentes grados de organización y se encuentran integradas en un sistema total. El tercero se refiere a la articulación de *necesidad y contingencia*: los procesos poseen una *direccionalidad* que responde al modo de ser de las entidades naturales, o sea, a sus tendencias y a su cooperatividad, de tal manera que tanto las entidades como los procesos son contingentes, pero poseen un modo de ser inteligible en el que se da una cierta necesidad.

Desde la perspectiva de su fundamento radical, la naturaleza se muestra como el despliegue de un dinamismo que proviene de una causa superior que lo crea, lo mantiene y lo dirige. Al hablar de *despliegue* nos referimos a los efectos de la acción divina; se trata, por tanto, de un despliegue que es plenamente coherente con la trascendencia y la inmutabilidad divinas. Esta idea corresponde a una intuición que se ha articulado de muy diferentes maneras: puede pensarse, por ejemplo, en el despliegue del absoluto hegeliano y en el *élan vital* de Bergson. Pero la correspondencia sólo se refiere a aspectos concretos de esa intuición, y nada tiene que ver con las articulaciones que la vinculan con el panteísmo.

Podría decirse que la acción divina se despliega a través de los cauces de los dinamismos y estructuraciones naturales: hace posible la existencia y la actividad de esos cauces y, a su vez, esos cauces canalizan de modo ordinario la acción divina. Por tanto, en cierta manera, el despliegue de los efectos de la acción divina es proporcional a los cauces naturales, aunque no esté limitada a ellos de modo necesario. Dios puede actuar por encima de las leyes naturales de las cuales El es el autor. Pero, precisamente porque es el autor de los cauces naturales, puede decirse que la acción divina no sólo los respeta, sino que se acomoda a ellos, sin estar realmente condicionada por esos cauces.

Esta perspectiva permite comprender cómo se compagina la autonomía de la naturaleza con la existencia de su fundamento radical. No se trata de una mera compatibilidad. La acción divina proporciona las condiciones de posibilidad del dinamismo natural y de todos sus despliegues particulares. Los cauces que canalizan el dinamismo natural poseen una consistencia propia y una inteligibilidad

que es el resultado de un plan superior racional. La direccionalidad de la naturaleza es real y responde a un plan, pero no se identifica con un proceso simplemente lineal: el despliegue del dinamismo natural da lugar a múltiples coincidencias accidentales. En ese sentido, el azar desempeña una función real, pero esa función se encuentra integrada dentro del plan total. La emergencia de novedades reales responde al despliegue del dinamismo natural, pero ese dinamismo incluye los efectos de la acción divina que hacen posible su existencia, su despliegue y la producción de sus resultados. La proporcionalidad entre los efectos de la acción divina y los cauces naturales se manifiesta en la gradación de la naturaleza: un mayor nivel de organización hace posible un grado más alto en el despliegue de los efectos de la acción divina. El grado más alto de la organización natural hace posible no sólo la existencia de dimensiones metafísicas más altas, sino una nueva participación en el ser que supera esencialmente al resto de las entidades naturales, porque implica un modo de ser personal. La persona humana posee unas dimensiones metafísicas únicas que, si bien trascienden la naturaleza, se compenetran con unas condiciones naturales que hacen posible una unidad singular entre el nivel natural y el metafísico.

Capítulo VII
LA NATURALEZA Y EL HOMBRE

La relación entre el mundo físico y el espíritu humano es uno de los problemas perennes de la filosofía. El progreso científico arroja nuevas luces sobre este problema, cuya clarificación depende, en buena parte, de las reflexiones propias de la filosofía de la naturaleza.

Hemos caracterizado lo natural mediante el entrelazamiento de su dinamismo propio con la estructuración espacio-temporal, que se articula en torno a pautas. Y hemos advertido que esta caracterización permite distinguir lo natural de lo artificial, que no tiene un dinamismo propio, y de lo humano, cuyo dinamismo trasciende las estructuras espacio-temporales. Consideraremos ahora las características propias de la persona humana y analizaremos las implicaciones de nuestras anteriores reflexiones con respecto a la explicación de esas características.

1. La singularidad humana

El hombre pertenece a la naturaleza pero, al mismo tiempo, la trasciende. Se encuentra sumergido en el mundo físico, pero es un ser personal que posee dimensiones inmateriales.

1.1. *Características de la persona humana*

La persona humana, tal como aparece ante nuestra experiencia, presenta unas características específicas que la diferencian del resto de los seres naturales.

Ante todo, el hombre es una *persona*, o sea, un sujeto capaz de actividad voluntaria y de responder de sus propios actos. Su dinamismo propio se refiere a un principio interior del que nadie, excepto la persona concreta, puede responder. Las personas pueden ser reemplazadas por otras si se trata de ejecutar tareas concretas, pero nadie puede sustituir a nadie cuando se consideran las dimensiones estrictamente personales de la vida humana: la actuación ética, la amistad, el amor.

El carácter personal del hombre se encuentra estrechamente relacionado con la *auto-conciencia*. El hombre posee una peculiar individualidad: no es sólo un individuo, sino una persona dotada de auto-conciencia. Su individualidad se encuentra marcada por la *inmanencia* propia de las operaciones del entendimiento y la voluntad. Su inteligencia no se limita a unas capacidades encaminadas a la acción, sino que capacita a la persona para interiorizar su propia vida y el mundo que le rodea, mediante la reflexión sobre

sus propios actos. La inmanencia humana tiene un carácter *intencional*, lo cual significa que posee una apertura que capacita a la persona para entrar en relación con el resto de los seres.

La persona humana tiene un modo de ser y de obrar que le sitúan por encima del resto de los seres naturales. Es característico del ser humano el conocimiento intelectual, que permite plantear las cuestiones acerca del ser y del sentido, y que se encuentra estrechamente vinculado con la capacidad de elegir y de amar.

Al querer y amar, el hombre se determina a sí mismo de modo voluntario, lo cual sólo es posible en un ser que posee conocimiento intelectual. La actividad libre se fundamenta en juicios de valor, que suponen el conocimiento del bien. Pero la libertad no es absoluta, puesto que se encuentra condicionada no sólo por las circunstancias, sino también por las inclinaciones naturales. La libertad presupone la naturaleza, y la naturaleza humana tiene unas tendencias que el hombre puede encauzar, pero no modificar a su arbitrio. Esas tendencias incluyen las inclinaciones de la naturaleza física.

La persona humana tiene tendencias espirituales y físicas. En el nivel espiritual, la inteligencia sólo se satisface cuando encuentra la verdad, y la voluntad tiende hacia el bien y la felicidad. Dentro de estas inclinaciones básicas, existe una libertad de actuación, puesto que las realizaciones concretas de la verdad y del bien se presentan marcadas por la limitación y, por consiguiente, no determinan necesariamente la actuación humana.

La distancia que separa al hombre de la naturaleza puramente física es manifiesta. Sin embargo, lo natural-físico forma parte constitutiva del hombre. Las dimensiones físi-

cas no son algo externo o accidental a la persona, sino que constituyen un aspecto básico del ser humano. Pero la persona no se agota en las dimensiones natural-físicas. La peculiaridad de la persona humana consiste en que su naturaleza pertenece a la vez al mundo físico y al mundo espiritual.

La realidad del yo personal, dotado de dimensiones espirituales, es indudable. El problema no consiste en encontrar alguna actividad singular que lo testimonie. Nuestra experiencia está llena de esa realidad: su negación exige violentar todo un conjunto de persuasiones profundas y adoptar actitudes prácticas imposibles. *Tenemos experiencia clara y amplia de lo que significa la espiritualidad*: personalidad, creatividad, amistad, capacidad de argumentación y crítica, actuación ética, libertad, apreciar los valores, responsabilidad. El carácter simultáneamente material y espiritual de la persona humana tiene aspectos difíciles de conceptualizar, pero responde fielmente a la experiencia.

La persona humana posee unas capacidades de conocimiento, evidencia, reflexividad, creatividad y valoración, que manifiestan una capacidad intelectual que sobrepasa las condiciones materiales, de modo que, si bien lo físico es una parte integrante de la persona humana, ésta posee dimensiones que trascienden el ámbito de lo material.

Lo físico en el hombre es humano, nunca puramente animal; se encuentra compenetrado con las dimensiones espirituales características de la persona. A la vez, la vida espiritual se realiza junto con las capacidades psíquicas, biológicas y físicas. Todo lo humano se encuentra encarnado y espiritualizado.

La inteligencia humana actúa a través de las condiciones físicas, pero conoce sus propios actos y, a través de

ellos, se conoce a sí misma. La conciencia de sí se encuentra siempre presente, al menos en estado implícito. Como reflexiona acerca de sus actos y los refiere a sí misma, la persona es libre: por su conciencia se enfrenta a la totalidad de los demás seres, y es capaz de auto-determinar su querer. La persona humana se conoce a sí misma como un todo autónomo y responsable. Por eso, *la persona es un fin en sí*, y todo el resto del universo material puede ser contemplado como un conjunto de condiciones que hacen posible su existencia y su actividad.

1.2. *Materialidad, inmaterialidad y espiritualidad*

Para profundizar en el significado de la singularidad humana, resulta indispensable situarla en el marco de la naturaleza en su conjunto, porque la espiritualidad del hombre sólo se comprende plenamente a través de su relación con las condiciones materiales. Cuando se dice que el hombre tiene dimensiones espirituales, se afirma que sobrepasa el nivel de lo material, y por tanto, para precisar nuestras ideas acerca de lo *espiritual*, hay que precisar qué significa lo *material*.

Suele suponerse que no existen dificultades especiales para determinar qué es lo material; se trataría de un concepto claro, que respondería a nuestras experiencias más evidentes. Sin embargo, la situación es más compleja. En efecto, nuestras experiencias pertenecen a un sujeto que se sabe un ser personal. Lo que realmente sabemos es qué significa ser personas y, en cambio, nos resulta difícil comprender el modo de ser de las entidades que no son personas. Por este motivo, debemos recurrir con frecuencia

a conceptos antropomórficos cuando nos referimos a los demás seres, aunque esos conceptos no resulten totalmente adecuados.

Hablamos, por ejemplo, de *leyes* físicas, como si los seres naturales se viesen forzados a seguir unas normas. Sin embargo, las leyes que formulan las ciencias son enunciados legaliformes que sólo existen propiamente en nuestra inteligencia. En general, nos representamos las características de las entidades naturales como si correspondieran de algún modo a nuestras características: las *tendencias* de los animales, la *actividad* de las substancias químicas, el *trabajo* realizado por una fuerza, la *duración* de los procesos físicos, son conceptualizaciones en las cuales tomamos como punto de referencia las experiencias de nuestra propia existencia. Sin duda, al construir los conceptos científicos se intenta evitar las connotaciones antropomórficas, pero cuando se construye una imagen de la naturaleza, resulta forzoso recurrir a representaciones que se refieren a nuestra propia experiencia.

Según el *panpsiquismo*, todas las entidades naturales poseerían una cierta vida psíquica. La gradación de la naturaleza reflejaría diferentes niveles de participación en la vida, que sería una característica universal de toda la materia. Una variante del panpsiquismo es el *hilozoísmo*, según el cual no existiría ningún ser material totalmente desprovisto de características vitales. El panpsiquismo se encuentra difundido en la cultura y en la reflexión filosófica de la antigüedad, y a lo largo de la historia se relaciona con las diversas formulaciones del *panteísmo*.

El panpsiquismo viene a ser un intento de articular la existencia de un *dinamismo propio* y de una *inteligencia inconsciente* en la naturaleza. El desarrollo de la ciencia clásica a partir del siglo XVII, junto con el mecanicismo que

se presentaba asociado con ella, intentaron explicar la naturaleza mediante un concepto de materia que no tenía un dinamismo propio ni ninguna característica semejante a la vida. Pero esa idea de la materia como algo puramente pasivo, sometido a unas leyes que sólo la afectarían desde el exterior, resulta inadecuada a la luz de los conocimientos actuales.

Esto no significa que deba admitirse el panpsiquismo. Significa que la distinción cartesiana entre el mundo material puramente mecanicista y el mundo espiritual propio del alma humana, tiene una gran simplicidad pero no proporciona una representación fidedigna de la naturaleza.

De acuerdo con nuestra perspectiva, lo natural puede representarse mediante en entrelazamiento del dinamismo y la estructuración. El dinamismo natural se encuentra entrelazado con estructuras espacio-temporales que se articulan en torno a pautas. Las entidades naturales poseen un dinamismo propio que se despliega de modo direccional, no sólo en el nivel biológico, sino también en el físico-químico. Los sistemas naturales se encuentran en diferentes niveles que se relacionan de un modo continuo, gradual, jerárquico y cooperativo, constituyendo el sistema total de la naturaleza.

¿Qué significa, en este contexto, lo *material*? La materialidad se refiere a las condiciones espacio-temporales en las que se despliega el dinamismo natural. Por tanto, no designa un tipo de *entidades*, sino unas *características* comunes a todas las entidades naturales, desde los átomos hasta el hombre. Las entidades materiales no son meramente pasivas; poseen un dinamismo propio. Poseen un modo de ser en el cual el dinamismo se entrelaza con la estructuración espacio-temporal, y las pautas espacio-temporales son el centro de esa articulación. Las pautas espacio-temporales

funcionan como canales a través de los cuales se despliega el dinamismo natural. No se trata de canales simplemente yuxtapuestos: la información contenida en los dinamismos particulares se integra, dando lugar a nuevas pautas y, por tanto, a nuevos tipos de información.

Las entidades materiales son reales, y tienen modos de ser reales. Hemos expresado esta realidad diciendo que las entidades naturales tienen *dimensiones ontológicas* que corresponden a lo que se suele designar mediante los conceptos de forma, potencialidad, disposición, propiedad, tendencia. Las dimensiones ontológicas de los seres naturales son materiales, puesto que existen en condiciones espacio-temporales; pero no se reducen a ese tipo de condiciones. Se trata de dimensiones *formales*, que corresponden a los modos de ser. En este sentido, lo *material* se distingue de lo *formal*. Pero *las formas naturales son materiales, porque existen en condiciones materiales*. Las formas indican una cierta *inmaterialidad* en cuanto expresan dimensiones ontológicas o modos de ser que no se agotan en la pura exterioridad.

Además, la naturaleza remite a un fundamento radical, y esto no sucede sólo en algún aspecto particular, sino en todas y cada una de sus dimensiones, porque las entidades naturales individuales no son auto-suficientes. Las explicaciones científicas no eliminan la necesidad de admitir un fundamento metafísico: proporcionan un conocimiento auténtico acerca del despliegue del dinamismo natural, pero *suponen* que existe una naturaleza que posee una consistencia propia, y la existencia de la naturaleza remite a su fundamentación metafísica.

En este sentido, hemos hablado de los *coeficientes metafísicos* que acompañan a las entidades naturales en todas sus dimensiones. Las entidades naturales tienen una

consistencia propia en su ser y en su dinamismo, pero todo su ser y su dinamismo son posibles gracias a los coeficientes metafísicos. La acción metafísica fundante se extiende a todo lo natural, dándole su consistencia propia. Los coeficientes metafísicos son una condición de posibilidad de los coeficientes naturales, y con ello no les quitan su consistencia propia sino que, por el contrario, la hacen posible.

En definitiva, una perspectiva completa acerca de la naturaleza incluye las condiciones materiales, las dimensiones ontológicas y las dimensiones metafísicas.

A la luz de las consideraciones precedentes, el problema de la materialidad adquiere una nueva significación. Lo material posee dimensiones formales y metafísicas. Lo material se refiere a unas características de las entidades naturales; concretamente, a sus dimensiones o condiciones espacio-temporales. *En este sentido, no existe ninguna entidad puramente material*; afirmar lo contrario equivaldría a atribuir un ser propio a dimensiones que no lo poseen. Por este motivo hablamos de *lo material* o de *la materialidad*. Si se habla de *la materia* para designar las entidades reales, no deberá perderse de vista que esas entidades poseen dimensiones ontológicas y metafísicas.

Las dimensiones *metafísicas* no son materiales ni naturales: son el efecto de la acción divina fundante, que da el ser a lo natural en todas sus dimensiones. Pero se encuentran junto con lo natural, puesto que hacen posible su ser, su modo de ser y su actividad.

En cambio, las dimensiones *ontológicas* de lo natural son materiales y naturales, ya que son dimensiones propias de lo natural y existen en condiciones materiales. Pero son *inmateriales* en un sentido preciso: no se reducen a las

condiciones materiales. Por ejemplo, el dinamismo natural se encuentra entrelazado con las condiciones materiales, pero no se identifica con ellas, y lo mismo sucede con las potencialidades y las tendencias.

Existe una *gradación* de las dimensiones ontológicas, que corresponde a los grados de organización de las condiciones materiales. En este sentido se puede hablar de diferentes *grados de inmaterialidad*, sin perder de vista que esta inmaterialidad no significa independencia de las condiciones materiales, sino lo que podría denominarse *densidad ontológica* de los entes materiales.

Por tanto, si por *materialismo* se entiende la doctrina según la cual toda la realidad se reduce a entidades materiales que no poseen dimensiones ontológicas ni metafísicas, *el materialismo no tiene sentido*, ya que equivale a absolutizar arbitrariamente unas dimensiones concretas de las entidades naturales. Por el mismo motivo, *tampoco tiene sentido el naturalismo materialista*, que afirma la autosuficiencia de una naturaleza reducida a las condiciones materiales.

Tampoco tiene sentido afirmar que determinadas entidades o niveles de entidades naturales son puramente materiales. Propiamente hablando, ni siquiera puede decirse que la ciencia experimental estudie sólo la naturaleza material o las dimensiones materiales de la naturaleza. No estudia sólo la naturaleza material, porque esa presunta naturaleza puramente material no existe. Tampoco estudia sólo las condiciones materiales de lo natural, porque esto equivaldría a reducir el ámbito de las ciencias a las condiciones materiales; de hecho, la ciencia experimental proporciona un amplio conocimiento acerca del modo de ser de las entidades naturales.

Estas afirmaciones son coherentes con el estado actual de las discusiones filosóficas en torno a la materia y el materialismo. Por una parte, es difícil precisar el concepto de *materia*. En las ciencias prácticamente no se utiliza este concepto, por lo que se ha hablado de una progresiva desmaterialización en la ciencia[1]. Por otra parte, el *materialismo* es criticado como una doctrina carente de fundamento sólido, también por autores que no se sitúan en una línea metafísica[2]. Ni siquiera puede decirse que el concepto de materia tenga un sentido unívoco en la filosofía clásica; por ejemplo, en las obras aristotélicas ese concepto se usa en sentidos diferentes, cuya armonización da lugar a interpretaciones que distan de obtener un consenso generalizado[3].

No es ninguna novedad afirmar que la pura materia no puede tener una existencia propia. Más bien se trata de una afirmación que corresponde a ideas clásicas. En la perspectiva hilemórfica se afirma que las entidades naturales están compuestas de materia y forma, de tal manera que ninguna de ellas puede ser pura materia: cualquier entidad posee un modo de ser y, por tanto, una forma. Es posible afirmar la

---

1. Cfr. E. MCMULLIN (editor), *The Concept of Matter*, University of Notre Dame Press, Notre Dame (Indiana) 1963.

2. Tal es el caso, por ejemplo, de C. Ulises Moulines. Su crítica, junto con algunos ecos de la polémica que despertó por parte de defensores del materialismo, ha sido recogida en: J. ESQUIVEL (editor), *La polémica del materialismo*, Tecnos, Madrid 1982.

3. Cfr. L. CENCILLO, *«Hyle». Origen, concepto y funciones de la materia en el «Corpus Aristotelicum»*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid 1958; H. HAPP, *«Hyle». Studium zum aristotelischen Materie-Begriff*, Walter de Gruyter, Berlin-New York 1971; W. LESZL, *La materia in Aristotele*, Rivista Critica di Storia della Filosofia, 28 (1973), pp. 243-270 y 380-401; 29 (1974), pp. 144-170.

existencia de entidades inmateriales, que poseerán un modo de ser espiritual, pero, en cambio, la materia sin forma no existe. Cualquier modo de ser supone una forma. El ser de las entidades naturales se realiza de acuerdo con modos particulares de ser, y la materialidad se refiere a las condiciones en que existen las formas en la naturaleza.

Los grados de *densidad ontológica* corresponden a grados de *inmaterialidad*, o sea, a la *gradación de las formas*. Las entidades naturales son materiales porque existen en condiciones materiales, pero poseen modos de ser de una riqueza ontológica muy diversa: al afirmar que todas ellas son materiales sólo se expresa un aspecto concreto de su modo de ser, ciertamente importante, pero que nada dice acerca de las dimensiones formales. Por ejemplo, tanto las moléculas como los vivientes son entes materiales, pero los vivientes poseen un modo de ser superior que llega al nivel propiamente psíquico.

La densidad ontológica de las entidades materiales se relaciona con la estructuración espacio-temporal; se encuentra en función de los grados de *organización* de los componentes y de los correspondientes tipos de *información*. La perfección de los modos de ser de las entidades naturales es proporcional a las condiciones materiales que sirven como cauces para el despliegue del dinamismo natural, o sea, a las pautas espacio-temporales, que se desarrollan en diferentes niveles de organización e información.

Las consideraciones anteriores permiten abordar ahora el problema de *la distinción entre materia y espíritu.*

Entendemos por *materia* las *entidades materiales*, o sea, las entidades cuyo modo de ser se encuentra esencialmente vinculado a las *condiciones materiales*, que se concretan en pautas espacio-temporales. El modo de ser de

las entidades materiales se realiza en *grados progresivos de inmaterialidad,* lo cual no significa independencia total de las condiciones materiales, sino la existencia de unos cauces materiales proporcionales, o sea, una *organización* material que hace posible la existencia de modos de ser más perfectos. Los modos de ser son dimensiones *ontológicas* que remiten a un fundamento *metafísico*; las dimensiones metafísicas de los entes naturales son el resultado de la acción metafísica fundante, y en ese sentido pueden ser contemplados como el despliegue de un dinamismo originario que hace posible el ser y el modo de ser de las entidades naturales.

Esto equivale a sintetizar dos perspectivas que pueden denominarse ascendente y descendente. La *perspectiva ascendente* contempla la naturaleza desde las condiciones materiales, cuya progresiva organización hace posible la existencia de modos de ser gradualmente más perfectos. La *perspectiva descendente* contempla la naturaleza como el resultado de la acción metafísica fundante, que da el ser a las entidades naturales en todos sus aspectos, y proporciona el fundamento que hace posible la existencia de la naturaleza. *Las dos perspectivas son complementarias.* La perspectiva ascendente corresponde a las dimensiones de la naturaleza que se manifiestan ante la experiencia y son estudiadas con detalle por las ciencias, y la perspectiva descendente corresponde a las dimensiones metafísicas que sirven como fundamento radical a la naturaleza.

El nivel humano se encuentra en continuidad con los niveles inferiores de la naturaleza. Pero la persona posee unas características singulares que se encuentran en un nivel *cualitativamente* superior al de las demás entidades naturales. Esto es un hecho claro, y resulta lógico utilizar un

término específico para designar ese tipo de características. En ese sentido hablamos de cualidades *espirituales*.

La utilización del término *espiritual* en este sentido no plantea ningún problema, ya que se trata sólo de representar las cualidades específicamente humanas, cuya existencia es patente. Los problemas surgen cuando nos preguntamos si lo espiritual, además de ser cualitativamente superior al resto de lo natural, es también *independiente* de las condiciones materiales.

1.3. *La espiritualidad humana*

Las dimensiones espirituales de la persona humana pertenecen a un ser unitario, o sea, se encuentran interpenetradas con las condiciones materiales. El hombre es un ser natural y esto se refleja en toda su conducta; no es un viviente al que se añaden, de modo puramente externo, unas nuevas características que resultarían yuxtapuestas con su ser natural. Por tanto, las dimensiones espirituales no se manifiestan con total independencia de las condiciones materiales.

Sin embargo, las dimensiones específicamente humanas se encuentran en un nivel que trasciende a la naturaleza. La personalidad, la auto-reflexión, el sentido de la evidencia y de la verdad, la capacidad argumentativa, la libertad, la responsabilidad, la capacidad de amar, se muestran a través de conductas que poseen aspectos materiales, pero manifiestan una interioridad irreductible a pautas naturales. La organización de las condiciones materiales hace posible la existencia y el ejercicio de esas dimensiones en un ser

natural, pero el modo de ser propio de la persona posee una densidad ontológica peculiar. A través de su inteligencia y de su voluntad, la persona humana trasciende el ámbito de lo natural.

La posesión de dimensiones ontológicas no es una característica exclusiva del hombre, ya que todas las entidades naturales las poseen; la novedad en el caso del hombre estriba en su carácter personal. Por otra parte, si lo específico de la persona trasciende el ámbito natural, requiere una causa proporcionada que se encuentre también por encima de lo natural y sea capaz de dar el ser a la persona: por tanto, remite a la acción metafísica fundante. Tampoco es exclusivo del hombre el remitir a la acción divina, que es necesaria para fundar el ser de todo lo natural; lo peculiar en el caso de la persona consiste en que la acción divina produce un ser que, sin dejar de pertenecer a la naturaleza, posee unas dimensiones que la trascienden.

En definitiva, la consideración completa de la naturaleza, que incluye no sólo las dimensiones materiales sino también las ontológicas y las metafísicas, arroja una nueva luz sobre la persona humana. Todas las entidades naturales tienen una consistencia propia que se manifiesta a través del entrelazamiento de su dinamismo y su estructuración; tienen unas dimensiones ontológicas, que se manifiestan en su modo de ser y de obrar; y poseen unas dimensiones metafísicas que son el efecto de la acción divina fundante: esta acción da el ser a todo lo que existe en las entidades naturales. En el caso de la persona humana, al modo de ser natural se añaden unas dimensiones ontológicas que se encuentran relacionadas con lo natural pero, al mismo tiempo, lo superan; y estas dimensiones remiten a la acción divina fundante que da el ser a toda la persona.

Consideraremos ahora qué luces arrojan las consideraciones precedentes acerca de los cuatro problemas que se plantean en torno a la independencia del espíritu con respecto a la materia. El primero es *epistemológico*, y se refiere a la posibilidad de observar manifestaciones concretas de las dimensiones espirituales. El segundo es *ontológico*, y se refiere a la caracterización del modo de ser propio de lo espiritual y a la coexistencia de lo espiritual y lo material. El tercero es *metafísico*, y se refiere a la necesidad de admitir una acción divina para dar razón de la espiritualidad humana. El cuarto es *existencial*, y se refiere a la supervivencia del espíritu humano después de la muerte.

Respecto al problema *epistemológico*, resulta obvio que, teniendo en cuenta la unidad de la persona humana, es inútil buscar manifestaciones de la espiritualidad humana que no se encuentren relacionadas en modo alguno con las condiciones materiales. La existencia de las dimensiones espirituales es patente, pero también lo es que la actividad humana se encuentra mediatizada por las condiciones materiales. La búsqueda de dimensiones no mezcladas con lo material equivaldría a buscar un fantasma que se alojaría en algunos huecos del organismo humano, y ese fantasma no existe. Sin embargo, las dimensiones propiamente espirituales se manifiestan a través de toda la actividad consciente de la persona, y el progreso de la ciencia experimental es uno de los mejores ejemplos de ello: en el apartado siguiente veremos que el análisis de la actividad científica, de sus métodos, de sus resultados, y de sus supuestos o condiciones de posibilidad, muestra de qué modo la persona humana trasciende el modo de ser propio de las entidades naturales.

Respecto al problema *ontológico*, el modo de ser propio de la persona incluye como parte constitutiva el

modo de ser natural, pero lo trasciende. La persona posee un dinamismo propio que sobrepasa las posibilidades de las pautas espacio-temporales, tal como lo muestra, por ejemplo, su capacidad de plantearse interrogantes y deseos que caen fuera del ámbito de lo espacio-temporal, y su capacidad de auto-determinarse libremente sobre la base del conocimiento de los valores éticos. Pero el dinamismo de la persona es unitario y, por tanto, el problema de la interacción entre lo espiritual y lo material responde a un planteamiento equivocado. En efecto, supone de algún modo que en la persona humana existen dos realidades diferentes que interactúan de modo exterior, lo cual no corresponde a la realidad. La persona posee un ser único, y aunque su modo de ser incluye dimensiones materiales y espirituales que tienen manifestaciones específicas, ambas se encuentran compenetradas en un modo de ser único.

El problema *metafísico* no ofrece ninguna dificultad que no se encuentre ya presente en el caso de las entidades puramente naturales. Es necesario admitir la acción divina fundante tanto en el caso de la persona como con respecto a los demás seres naturales. Cuando se habla de una *creación especial* del alma humana, lo que es especial son los resultados de la acción divina, o sea, las dimensiones espirituales de la persona, pero la acción divina fundante se encuentra por encima de lo natural en cualquier caso, y no sólo en el caso del hombre. Por tanto, esa creación especial no significa, por así decirlo, una alteración del curso ordinario de la naturaleza, como si la naturaleza fuese independiente de la acción divina y esta acción sólo se diera en el caso del hombre. Dios da el ser a todo lo que existe en la naturaleza, y lo peculiar en el caso del hombre es que el resultado de la acción divina posee una densidad ontológica que supera el modo de ser propio de las entidades naturales.

Además, el modo de ser de la persona humana es posible porque existen unas condiciones naturales muy específicas; por tanto, también bajo este punto de vista puede advertirse que la creación especial del alma humana se encuentra en continuidad, y no en oposición, con el curso ordinario de la naturaleza.

Sin duda, el problema *existencial*, que se refiere a la supervivencia del alma humana después de la muerte, es el más difícil. Sin embargo, si la persona humana posee unas dimensiones ontológicas que suponen una participación en el ser propio de la divinidad, y su ser depende de la acción divina, resulta lógico que, cuando las condiciones naturales hacen imposible la continuación de la vida humana en su modo de ser completo, la persona continúe viviendo en su ser espiritual. En caso contrario, para que el espíritu dejase de existir, haría falta una aniquilación, o sea, una acción divina que parece contradecir a la acción creadora. Las dificultades principales provienen de la dificultad de representar la vida humana en condiciones no naturales, pero se trata de dificultades secundarias, porque se deben a nuestras posibilidades de representación.

1.4. *Creatividad científica y singularidad humana*

Hemos afirmado que el progreso de la ciencia experimental manifiesta con especial claridad la existencia de las dimensiones específicas de la persona humana. Analizaremos ahora con mayor detalle el sentido de esta afirmación, refiriéndonos a la actividad científica, a sus métodos, a sus resultados, y a sus supuestos o condiciones de posibilidad.

La *actividad científica* se dirige hacia un doble objetivo, el conocimiento de la naturaleza y su dominio contro-

lado, de tal manera que no se busca ninguno de los dos aspectos por separado, sino una combinación peculiar de ellos: se trata de conseguir un conocimiento que pueda ser sometido a control experimental. El científico adopta una actitud muy específica frente a la naturaleza: es consciente de su puesto único en el conjunto de los seres naturales, se pregunta acerca de las explicaciones que permitan comprender los fenómenos naturales, supone que existe una unidad subyacente a la diversidad de los fenómenos y busca conocerla. En definitiva, es capaz de *plantear problemas* acerca de la explicación de la naturaleza, utilizando medios conceptuales y experimentales que se combinan de un modo peculiar en los métodos científicos.

Existe una gran variedad de métodos científicos particulares. Pero todos responden a algunos rasgos característicos del *método científico* general. Este método consiste en una peculiar combinación de *construcción* teórica y *control* experimental. Ambos aspectos suponen una singular *creatividad*, que resulta necesaria para idear explicaciones y planear procedimientos de control experimental. La ciencia experimental utiliza recursos lógicos y experimentales, pero sobre todo utiliza la combinación de ambos en un único método que permite relacionar las construcciones teóricas con los resultados de la experimentación. Se trata de una síntesis de lo racional y lo empírico que está tan alejada del apriorismo como del empirismo, y que sólo puede ser obra de un sujeto en el cual ambas dimensiones se encuentran inter-penetradas.

Para la evaluación de los *resultados*, es preciso recurrir a procedimientos que no son automáticos. Por ejemplo, el método hipotético-deductivo no permite obtener, mediante reglas puramente lógicas, conclusiones ciertas; sin embargo, en muchos casos se consiguen conclusiones cuya

verdad es parcial pero también auténtica. El éxito de la ciencia experimental proviene, en gran parte, de las sutilezas que se emplean para evaluar las hipótesis particulares, construir sistemas teóricos y relacionar los diferentes cuerpos de conocimiento.

Estos aspectos de la actividad científica, de los métodos utilizados y de los resultados obtenidos remiten a unos *supuestos gnoseológicos*, que son auténticas *condiciones de posibilidad* o condiciones necesarias de la ciencia, ya que sin ellos la ciencia no sería posible. Se trata de la *capacidad argumentativa*, que permite la evaluación de las soluciones; del sentido de la *evidencia*, que se encuentra implícito en la capacidad argumentativa; de la capacidad de *auto-reflexión*, sin la cual sería imposible la existencia de las capacidades mencionadas. Además, estas capacidades se refieren a la combinación de lo racional y lo empírico, de tal modo que manifiestan la inter-penetración de ambos aspectos en la persona humana.

En definitiva, el progreso de la ciencia experimental muestra que la persona humana posee dimensiones materiales y espirituales que se encuentran inter-penetradas. El materialismo y el empirismo por un extremo, y el idealismo y el apriorismo por el otro, no consiguen dar razón de las bases gnoseológicas supuestas en la ciencia experimental, y de hecho, tropiezan con dificultades insalvables cuando intentan proponer una imagen de la ciencia que corresponda a la actividad científica real y a sus logros[4]. La reflexión sobre los supuestos gnoseológicos de la ciencia experimental muestra que sólo una antropología en la cual se reconoce la existencia y mutua inter-penetración de las

4. Cfr. S. L. JAKI, *Angels, Apes and Men*, Sherwood Sugden, La Salle (Illinois) 1982.

dimensiones materiales y espirituales en la persona humana, se encuentra en condiciones de explicar la actividad científica y sus logros reales.

2. CIENCIA Y PERSONA HUMANA

En la actualidad, una de las manifestaciones más claras de la *singularidad humana* es el progreso de la ciencia. Sin embargo, en no pocas ocasiones se toma ocasión de la ciencia para defender un *reduccionismo naturalista*, según el cual el hombre sería *solamente* un simple producto de las fuerzas naturales, que eventualmente podría ser superado incluso por los productos de la tecnología. Aludiremos a algunos ejemplos que servirán para ampliar nuestras reflexiones acerca del impacto del progreso científico sobre la singularidad humana.

2.1. *El origen del hombre*

El evolucionismo *científico* estudia el origen de unos organismos a partir de otros, utilizando los métodos de la ciencia experimental. Afirma que la evolución es un *hecho histórico real,* y para fundamentar esta afirmación recurre a argumentos tomados de diferentes ámbitos tales como el estudio de los fósiles, la unidad estructural y funcional de los vivientes, la anatomía comparada, la genética, la inmunología, y la biología molecular. Además, intenta determinar las diferentes *etapas*, o sea, el desarrollo histórico concreto seguido a lo largo de la evolución, y los

mecanismos de la evolución, o sea, las causas que habrían provocado los cambios progresivos en los vivientes.

Los problemas acerca del *hecho* se encuentran relacionados con los que se refieren a sus *explicaciones* particulares, pero ambos tipos de problemas no son idénticos: es posible afirmar que se ha dado una evolución aunque no se conozcan perfectamente sus etapas y sus mecanismos. En la actualidad, la mayoría de los biólogos afirman el *hecho* de la evolución, aunque existen discrepancias, que en ocasiones son importantes, acerca de las *explicaciones* particulares. Suele considerarse como un hecho bien establecido el origen evolutivo del organismo humano, aunque no disponemos de explicaciones completamente satisfactorias acerca de ese hecho[5]. En cualquier caso, dejaremos aquí de lado esas incertidumbres, con objeto de mostrar que las teorías evolucionistas *científicas* no constituyen un obstáculo para

---

5. S. L. Washburn, profesor de antropología física en la Universidad de California en Berkeley, ha afirmado que "la mayoría de los problemas referentes a la evolución humana siguen sin resolver": S. L. WASHBURN, *La evolución de la especie humana*, en: AA. VV., *Evolución*, Labor, Barcelona 1982, p. 137. Los datos de la biología molecular proporcionan nuevos recursos, pero D. Pilbeam, profesor de antropología en la Universidad de Harvard, ha advertido que "al mismo tiempo, han aumentado las dudas sobre el grado de confianza que puede inspirar cualquier «relato» de la evolución humana. ¿Qué precisión y qué fiabilidad pueden alcanzar esas reconstrucciones? Cuando se pretende abordar los homínidos del pasado con la óptica actual surgen problemas irresolubles... La tarta, los diversos estadios primitivos de la evolución humana, se nos presenta por ahora de digestión muy dura": D. Pilbeam, *Origen de los hominoideos y homínidos*, Investigación y Ciencia, nº 92, mayo 1984, p. 58. Estas dificultades son reconocidas por todos los especialistas en el tema, aunque afirmen que el origen del organismo humano a partir de otros vivientes puede considerarse como un hecho.

la afirmación de las dimensiones espirituales de la persona humana.

El *naturalismo* evolucionista afirma que el hombre *en su totalidad* es el resultado de una evolución biológica que se explica mediante procesos naturales. Este naturalismo no es una *teoría científica*, sino una *doctrina filosófica*. En efecto, el método científico incluye como ingrediente básico la posibilidad de control experimental, y ese control se apoya en la existencia de fenómenos repetibles y observables; por tanto, si en la persona humana existen dimensiones espirituales, se encontrarán fuera del alcance del método experimental.

El naturalismo no es un resultado de las teorías científicas. Lo que la ciencia experimental puede estudiar de acuerdo con su método propio es el origen y las características del *organismo*, no la persona en su totalidad. Si se afirma que todos los aspectos de la persona pueden estudiarse de acuerdo con el método científico, se afirma algo que cae fuera de los límites de la ciencia experimental; y si esa afirmación se presenta como si estuviera probada por la ciencia o como si fuese una consecuencia de la ciencia, se adopta una posición *cientificista* que es ilegítima, falsa y contradictoria.

La afirmación de las dimensiones espirituales de la persona no depende del *origen de su organismo*. El organismo de cualquier persona procede de una sola célula que, a su vez, procede de la unión de un espermatozoide y un óvulo; este hecho es seguro, pero de ahí no puede extraerse ninguna consecuencia, ni favorable ni contraria, acerca de la espiritualidad humana. Lo mismo vale en el caso de las teorías evolucionistas científicas que, por principio, no pueden llegar a las cuestiones que se refieren a la espiritualidad.

En este contexto, los equívocos surgen cuando las teorías evolucionistas se exponen como si exigiesen interpretaciones materialistas, naturalistas o reduccionistas que, en realidad, no son científicas. La situación es semejante a la que se dió desde el comienzo de la física clásica en el siglo XVII con respecto al mecanicismo. La primera rama de la física que recibió una formulación sistemática moderna fue la *mecánica*, que trata acerca del movimiento de los cuerpos; y, debido a circunstancias históricas y filosóficas, la nueva ciencia se presentó con frecuencia unida a un *mecanicismo* filosófico que pretendía explicar la naturaleza en todos sus aspectos de acuerdo con modelos mecánicos. El mecanicismo llegó a plasmarse, en algunas ocasiones, en un *materialismo* mecanicista, que negaba cualquier realidad espiritual. El mecanicismo tuvo gran importancia durante varios siglos, y sólo en el siglo XX se llegó a reconocer con toda claridad que se trataba de una extrapolación ilegítima que ni siquiera bastaba para la propia ciencia. De modo semejante, *las doctrinas naturalistas y materialistas nada tienen que ver con las teorías científicas acerca de la evolución*. Y, cuando se presentan como científicas, son un ejemplo de pseudo-ciencia ilegítima que, aunque parezca encontrarse en la línea de la ciencia, acaba siendo un obstáculo para su progreso.

En efecto, para sostener una doctrina naturalista como si fuera científica, es necesario forzar los conocimientos científicos, o sea, hacer decir a la ciencia lo que realmente no está en condiciones de decir. En consecuencia, se dejarán de estudiar problemas que no están realmente resueltos, y por tanto, se impedirá el progreso científico. Esta situación se da, por ejemplo, cuando se niega la existencia de la finalidad natural porque, en último término, parece chocar con el naturalismo; en ese caso, se dejarán de

estudiar, o no se estudiarán con la profundidad necesaria, los aspectos direccionales que desempeñan una función central en la naturaleza. En el caso de la persona humana, para negar su espiritualidad en nombre de la ciencia, es preciso adjudicar a los conocimientos científicos un alcance que realmente no poseen; esto exige distorsionar el uso correcto del método científico y, por tanto, redundará en perjuicio de la ciencia.

Las consecuencias negativas que se acaban de señalar pueden paliarse, en parte, mediante recursos verbales. Por ejemplo, el naturalismo evolucionista se limita, en ocasiones, a afirmar que las teorías evolucionistas explican todas las dimensiones de la persona, recurriendo a un concepto de *emergencia* que es científicamente neutro, porque no tiene ningún contenido real. Se trata de un simple expediente verbal, ya que, en realidad, no se le adjudica ningún contenido explicativo concreto.

Los equívocos mencionados tienen ya una larga historia, pues se remontan a Charles Darwin. En *El origen de las especies* de 1859, Darwin no desarrolló con amplitud el tema del hombre. Lo abordó en 1871, en su obra *La descendencia del hombre y la selección sexual*, cuyos capítulos III y IV tienen como título *Comparación de las facultades mentales del hombre con las de los animales inferiores*. Desde el comienzo, Darwin enuncia su tesis básica, según la cual, desde el punto de vista de las facultades intelectuales, no existe ninguna diferencia fundamental entre el hombre y los mamíferos superiores. Después de examinar las principales características humanas, incluyendo el lenguaje, el pensamiento abstracto, el sentido moral y la religión, Darwin concluye que, por considerable que sea la diferencia entre el hombre y los animales superiores, se trata sólo de una diferencia de grado, y no de especie.

Los mismos equívocos siguen presentes en la actualidad. Por ejemplo, Stephen Jay Gould se muestra de acuerdo con una cita de Sigmund Freud según la cual "la humanidad ha tenido que soportar en el transcurso del tiempo y de manos de la ciencia, dos grandes ultrajes contra su ingenuo amor por sí misma". El primero sería que la Tierra no es el centro del universo. "El segundo se produjo cuando la investigación biológica privó al hombre de su particular privilegio de haber sido especialmente creado, relegándole a descendiente del mundo animal"[6]. En esta línea, Gould afirma que la diferencia entre el hombre y el animal es sólo una diferencia de grado, y añade:

> "estamos tan atados a nuestra herencia filosófica y religiosa que seguimos buscando algún criterio de división estricta entre nuestras capacidades y las del chimpancé... Se han puesto a prueba multitud de criterios, y, uno tras otro, han fracasado. La única alternativa honrada es admitir la existencia de una estricta continuidad cualitativa entre nosotros y los chimpancés. Y ¿qué es lo que salimos perdiendo? Tan sólo un anticuado concepto del alma para ganar una visión más humilde, incluso exaltante, de nosotros mismos y nuestra unidad con la naturaleza"[7].

Sin duda, existe una continuidad entre el hombre y los animales. Pero, incluso si se admite que el organismo humano proviene de otros organismos a través de la evolución, las características específicamente humanas continúan siendo reales. Nuestras anteriores reflexiones acerca de las dimensiones ontológicas y metafísicas de la naturaleza y del hombre, no se ven afectadas, en modo alguno, por las teorías de la evolución, porque el origen del organismo humano no desempeña en ellas ninguna función. Las teorías sobre la evolución tienen interés en sí mismas, pueden

---

6. S. J. GOULD, *Desde Darwin*, Hermann Blume, Madrid 1983, p. 15.

7. *Ibid.*, p. 53.

desempeñar funciones heurísticas en la ciencia, y tienen importantes implicaciones en vistas a la construcción de una cosmovisión unitaria; pero no proporcionan base científica a las doctrinas naturalistas o materialistas.

El materialismo suele interpretar el progreso científico como una prueba a su favor; admite que subsisten problemas sin resolver, pero promete que el ulterior progreso de la ciencia los irá resolviendo. La verdad es que los problemas básicos acerca de la espiritualidad de la persona siguen siendo los mismos que en otras épocas y que, como ya se ha señalado, el progreso científico muestra de modo especialmente patente el abismo que separa al hombre del resto de los seres naturales. Karl Popper y John Eccles han hablado de un *materialismo promisorio* que siempre remite a las explicaciones que suministrará en el futuro el progreso ulterior. Pero sólo es posible negar las características espirituales del hombre en nombre de la ciencia si se extrapolan arbitrariamente las conclusiones científicas, llevándolas más allá de lo que el método experimental permite. Y esta barrera no depende de los conocimientos concretos de que se disponga en una determinada época.

Nuestras consideraciones no se dirigen en contra de las teorías evolucionistas. Hemos advertido desde el principio que, para los efectos de nuestra argumentación, suponemos que están bien establecidas, ya que sólo sostenemos que no proporcionan ninguna base para el reduccionismo naturalista.

2.2. *Inteligencia artificial*

El reduccionismo pretende apoyarse, en ocasiones, en los trabajos acerca de la *inteligencia artificial*. Se dice que podrán construirse máquinas que igualen y superen la inteligencia humana, y a veces se da por descontado que la fabricación de *máquinas inteligentes* es problema de poco tiempo[8].

Por sentido común, parece que una máquina nunca podrá ser *inteligente* como lo es una persona. Las máquinas sólo pueden hacer aquello para lo que están programadas. Esta sigue siendo la opinión más general. Sin embargo, no faltan científicos y filósofos que afirman rotundamente que las máquinas igualarán y superarán al hombre.

La expresión *inteligencia artificial* fué introducida por John McCarthy, director del laboratorio de inteligencia artificial de Stanford, en 1956, cuando organizó la primera reunión de especialistas sobre estos problemas. La expresión no es muy afortunada si se interpreta de modo literal, teniendo en cuenta el abismo que existe entre las capacidades del espíritu humano y el funcionamiento de las máquinas. En efecto, cualquier debate sobre la inteligencia artificial exige que se precise qué se entiende por *inteligencia*. Se trata de una pregunta filosófica que no se puede contestar sólo con datos técnicos. Por este motivo, todos los autores que tratan el tema se ven obligados a dar alguna definición de la inteligencia.

---

8. Se encuentra un interesante estudio sobre este tema en: S. L. JAKI, *Brain, Mind and Computers*, Gateway, South Bend (Indiana) 1969. La tercera impresión de 1989 contiene un capítulo sobre la inteligencia artificial.

La tesis según la cual las máquinas igualarán y superarán a los humanos se defiende, en ocasiones, con una superficialidad sorprendente. Sirva como ejemplo ilustrativo un libro escrito por Edward A. Feigenbaum, profesor de la Universidad de Stanford, y Pamela McCorduck. Esta es la definición de inteligencia que da McCorduck:

> "la palabra *inteligencia* deriva del latín *legere*, que significa literalmente recoger (especialmente fruta), reunir y, por tanto, escoger y formar una impresión. *Intellegere* significa escoger entre y, por consiguiente, comprender, percibir y saber. Si podemos imaginar un aparato capaz de recoger, reunir, escoger entre, comprender, percibir y saber, tendremos inteligencia artificial. En términos generales, esto harán los próximos aparatos de tratamiento del saber, tanto si son japoneses como norteamericanos"[9].

Desde luego, no es una definición clara ni profunda. Su autora explica que solucionó el problema cuando vió que los argumentos en contra de la inteligencia artificial eran semejantes a los que se daban en el siglo XIX para mostrar que las mujeres son intelectualmente inferiores a los hombres, y concluye:

> "La *inteligencia* era un término político, definido por quienes mandaban en cada momento. Esto explica su asombrosa elasticidad. Y entonces la cuestión de si una máquina puede pensar se convirtió de repente para McCorduck en una no cuestión, en un tema absolutamente inconsecuente"[10].

El libro de Feigenbaum y Mc Corduck examina, a nivel divulgativo, los argumentos que suelen presentarse contra la posible superación de la inteligencia humana por las máquinas. Las discusiones al respecto son abundantes en la actualidad. Uno de los problemas principales consiste

---

9. E. A. FEIGENBAUM~P. MCCORDUCK, *La quinta generación*, Planeta, Barcelona 1984, p. 46.

10. *Ibid.*, p. 57.

en que suele definirse la inteligencia en función de operaciones concretas. Los argumentos actuales sobre esta cuestión todavía remiten al famoso *juego de imitación* de Alan Turing (1912-1954), matemático de Cambridge, quien publicó en 1950 un ensayo titulado *La maquinaria calculadora y la inteligencia*, que comienza así: "Propongo que se considere la cuestión *¿pueden pensar las máquinas?*"[11]. Para contestarla, la reemplaza por el *juego de imitación*. Un interrogador se comunica por teletipo con un hombre y una mujer, a quienes no ve, y debe adivinar quién es el hombre y quién la mujer. El hombre intenta confundirle con sus respuestas, y la mujer le ayudará. Turing dice:

> "¿Qué ocurrirá cuando una máquina realice el papel de A (el hombre) en este juego? ¿Se equivocará el interrogador, cuando el juego se haga así, con la misma frecuencia que cuando se realiza entre un hombre y una mujer? Estas preguntas reemplazan a la original, *¿pueden pensar las máquinas?*"[12].

A partir de ahí, Turing examina diversos aspectos del problema. Su tesis básica es clara:

> "La pregunta original, *¿pueden pensar las máquinas?*, me parece demasiado insignificante para que merezca ser discutida. Sin embargo, creo que, a finales de siglo, el uso de las palabras y la opinión general culta habrán cambiado tanto que uno podrá hablar del pensamiento de las máquinas sin esperar que se le contradiga"[13].

La parte más larga del escrito de Turing está dedicada a refutar las opiniones contrarias a las suyas, que agrupa en nueve argumentos. Karl Popper ha escrito al respecto:

---

11. A. M. TURING, *¿Puede pensar una máquina?*, Cuadernos Teorema, Departamento de Lógica y Filosofía de la ciencia, Universidad de Valencia 1974, p. 11.

12. *Ibid.*, pp. 12-13.

13. *Ibid.*, pp. 33-34.

> "Turing dijo algo del estilo de lo siguiente: especifique el modo en que usted cree que el hombre es superior a una computadora y construiré una que refute su creencia. *El reto de Turing no debiera tomarse en consideración*, ya que una especificación lo suficientemente precisa podría utilizarse en principio para programar una computadora. Además, el reto versa acerca de la conducta, incluyendo la conducta verbal"[14].

Dicho de otro modo: el reto de Turing, como el de otras posiciones semejantes, está mal planteado, porque supone una visión *reduccionista* de la inteligencia. No afecta propiamente a la inteligencia, sino a determinadas *operaciones* que se pueden imitar si se especifican mediante *procedimientos*. Por ejemplo, concretando mediante reglas lógicas cuándo consideramos que un teorema matemático está demostrado, se pueden construir máquinas que ejecuten esas operaciones y, por tanto, puedan *demostrar* teoremas. Los avances en esa línea son continuos, y se extienden a una variedad cada vez mayor de operaciones relacionadas con el conocimiento. Sin embargo, la inteligencia humana es algo más que eso.

La tesis reduccionista se ha desplazado en la actualidad hacia los *robots*. Circulan diversas historias acerca de robots que, por algún afortunado accidente, se han convertido en seres conscientes que funcionan de modo semejante a los humanos. Estas historias no suelen sobrepasar el nivel de la ciencia ficción. Pero, en ocasiones, algunos expertos parecen pretender que se tomen en serio. Un ejemplo ilustrativo es el de Hans Moravec, Director del *Mobile Robot Laboratory* en la Universidad *Carnegie Mellon*, quien ha escrito: "Yo creo que los robots con

---

14. K. R. POPPER~J. C. ECCLES, *El yo y su cerebro*, cit., p. 232.

inteligencia humana serán algo común dentro de cincuenta años"[15].

El desplazamiento del problema desde los ordenadores a los robots tiene su lógica. Un ordenador sólo puede parecerse a nuestro cerebro, en el mejor de los casos. Pero nosotros no somos sólo cerebro. Nuestro cerebro forma una unidad con todo el organismo. Nuestro cerebro nos permite construir teorías matemáticas, pero antes que nada, nos permite ver, andar, controlar nuestras sensaciones y movimientos, funcionar con todo nuestro organismo de acuerdo con nuestras necesidades vitales. La función principal del cerebro no es jugar al ajedrez o realizar cálculos. Por tanto, si se trata de comparar al hombre con las máquinas, la comparación adecuada es un robot.

En esta línea, Moravec habla de *una nueva era post-biológica* a la que también califica como *sobrenatural* (evidentemente, no en el sentido teológico usual). Se trataría de un mundo en el que habríamos sido aventajados por nuestra progenie artificial. Los robots inteligentes representarían un nuevo paso en la evolución, sólo que ya no se trataría de la evolución biológica, sino de una evolución provocada por el uso de la tecnología. Los nuevos seres, encargados de sustituirnos, serían nuestra propia fabricación, *hijos de nuestra mente*.

Según Moravec, libres de las ataduras biológicas, nuestros sucesores tendrían una enorme libertad para enfrentarse a inmensos y fundamentales retos en el gran universo:

---

15. H. MORAVEC, *Mind Children. The Future of Robot and Human Intelligence*, Harvard University Press, Cambridge (Massachussets) 1988, p. 6.

> "Nosotros, los humanos, nos beneficiaremos por un cierto tiempo de su trabajo, pero tarde o temprano, como los hijos naturales, ellos buscarán su propia fortuna mientras nosotros, sus viejos padres, seremos arrinconados silenciosamente. Muy poco necesita perderse en este pasar la antorcha; estará en el poder de nuestra descendencia artificial, y para su beneficio, el recordar casi todo acerca de nosotros, incluso, quizás, las realizaciones detalladas de las mentes humanas individuales"[16].

Las profecías de Moravec son terminantes: "estamos muy cerca del tiempo en que a prácticamente ninguna función humana esencial, física o mental, le faltará una contrapartida artificial". El resultado será "el robot inteligente, una máquina que puede pensar y actuar como un humano, por muy inhumano que pueda ser en sus detalles físicos o mentales"[17].

Resulta difícil saber si Moravec no estará utilizando un humor que se da por supuesto. Quizás sea así. Al final de su prólogo, afirma que una población de estos hijos de nuestra mente es "bastante inimaginable", y prosigue: "en cualquier caso, vamos a intentar imaginar algunas de sus consecuencias". Las imaginaciones de Moravec, ilustradas mediante un recorrido por los caminos de la ciencia y la tecnología, han de afrontar los problemas ya mencionados a propósito de la inteligencia artificial; la novedad principal es el cambio del escenario, desde los ordenadores hasta los robots. Pero también ponen de relieve otro aspecto básico de la cuestión: que la inteligencia y las cualidades con ella relacionadas pertenecen a *entidades autónomas*.

Este aspecto es decisivo. Tanto las entidades naturales como las dimensiones espirituales de la persona remiten a un *dinamismo propio*. Este ha sido el punto de arranque de

---

16. *Ibid.*, p. 1.
17. *Ibid.*, p. 2.

nuestras reflexiones, y se trata de una característica esencial, que de un modo u otro se encuentra en todas las caracterizaciones de la naturaleza y de la persona. Si afirmamos la existencia de dimensiones *ontológicas* en la naturaleza es, precisamente, porque existe ese dinamismo; y lo mismo puede decirse en el caso de la persona. Tanto las entidades naturales como las personas poseen dimensiones ontológicas, que no se agotan en sus manifestaciones particulares. Y las dimensiones ontológicas remiten a dimensiones *metafísicas*, porque no son auto-suficientes. Lo peculiar de la persona es que sus dimensiones ontológicas sobrepasan el nivel de la estructuración espacio-temporal propio de lo natural, y por este motivo exige un fundamento metafísico proporcionado que, en comparación con el de las entidades naturales, resulta especial y único. El reduccionismo naturalista que toma como base los progresos en los ámbitos de la inteligencia artificial y la robótica, ignora que la persona posee un dinamismo propio que remite a un fundamento metafísico.

De nuevo, nuestras reflexiones no suponen en modo alguno una minusvaloración de las investigaciones acerca de la inteligencia artificial y la robótica. Sólo se refieren a los problemas filosóficos que surgen cuando se extrapolan indebidamente los logros de esos ámbitos y se proyectan en un reduccionismo naturalista que resulta insostenible[18].

---

18. Se encuentran interesantes análisis de estos problemas en: R. PENROSE, *La nueva mente del emperador*, Mondadori, Madrid 1991, pp. 502-556. Penrose critica el reduccionismo extremo, aunque no clarifica los problemas en toda su profundidad.

2.3. *La ciencia y la imagen del hombre*

Las diferencias entre los artefactos y la inteligencia humana se pueden centrar, en gran parte, alrededor de la *intencionalidad*: el sujeto que conoce se hace con lo conocido no de un modo *físico*, sino *intencional*. En el conocimiento animal también se da una intencionalidad, pero en el caso del conocimiento intelectual, el sujeto *entiende* lo conocido, y esto no se puede reducir a un conjunto de reglas o de datos, aunque, por supuesto, se puede entender mejor cuando se dispone de datos más numerosos y de mayor calidad.

Además, el sujeto personal se entiende a sí mismo como tal sujeto, reflexionando (aunque no siempre de modo consciente) sobre sus conocimientos y sobre sí mismo. Gracias a ello tiene el sentido de la *evidencia*, que resulta fundamental para valorar la verdad de cualquier conocimiento. El valor del conocimiento se mide por la evidencia, y la evidencia requiere un sujeto capaz de entender lo que conoce, de conocerse a sí mismo, y de valorar sus experiencias y razonamientos.

Por todo ello, la persona humana es capaz de plantearse cualquier tipo de cuestiones. Esto se expresa diciendo que la inteligencia tiene como objeto *el ser en cuanto tal*, o sea, todo lo que es o tiene ser. No hay nada que caiga, por principio, fuera de las posibilidades de la inteligencia, aunque existan limitaciones de hecho: por ejemplo, que el conocimiento natural del hombre está condicionado por los datos suministrados por los sentidos.

Estas capacidades humanas no se pueden definir de modo *operativo*, y marcan un límite insuperable por los artefactos. Se podrá conseguir que las máquinas realicen

operaciones que imiten de algún modo la percepción, el razonamiento, e incluso las emociones (existen programas de máquinas *neuróticas*). Sin embargo, se tratará siempre de imitaciones que, por principio, no llegarán al nivel humano, puesto que no habrá un *sujeto auto-consciente* capaz de entender la realidad y de entenderse a sí mismo. Sólo un sujeto personal puede entender, reflexionando sobre sus propios conocimientos, planteándose el sentido de lo que conoce y de su propia existencia, y situándose, por tanto, en un plano ético en el cual, con su libertad y responsabilidad individuales, ha de afrontar el problema del bien y del mal.

Se podría objetar que no hay límites de principio para lo que pueden hacer las máquinas, o que, por lo menos, no se pueden poner esos límites de antemano. Desde hace años, están funcionando robots que realizan una actividad autónoma que va cambiando en función de los datos que obtienen; van reconociendo, decidiendo, calculando estrategias, adoptando las líneas de acción más adecuadas. ¿No es esto una prueba de que cabe hablar de un acercamiento progresivo, e incluso de una superación de las capacidades humanas?

En cierto modo, así es. En muchos aspectos, las máquinas pueden igualar y superar las posibilidades del hombre: es un hecho cotidiano que no ofrece mayor problema. Algo semejante sucede con los animales, que también superan muchas capacidades humanas. Sin embargo, el carácter único de la persona humana sigue en pie y, como hemos visto, los grandes progresos teóricos de la ciencia y los éxitos prácticos de la tecnología son una de las manifestaciones más claras de la singularidad humana.

3. TRES EXPLICACIONES DEL HOMBRE

La singularidad humana es un hecho claro; los problemas se plantean en torno a su explicación. Se trata de problemas que se han planteado y discutido desde la antigüedad. Aludiremos ahora a tres propuestas que intentan explicar la singularidad humana.

3.1. *El materialismo emergentista*

Según el *monismo materialista*, en el hombre no hay materia y espíritu; todo sería materia y diversas manifestaciones de fenómenos materiales. Se han propuesto diversas versiones de esta doctrina. Por ejemplo, según la *teoría de la identidad* de Herbert Feigl, los estados mentales experimentados son idénticos a procesos neuronales de sus organismos. Pero esa identidad no es nada evidente, y se hace necesario recurrir a una especie del *materialismo promisorio*, que confía en que el desarrollo ulterior de la ciencia la demostrará.

Una versión más sofisticada del materialismo es el *materialismo emergentista.* Admite la realidad de lo mental, que no se reduce a lo físico-químico. Afirma que lo mental es algo cualitativamente diferente de lo físico, pero niega que tenga un ser propio: sería un resultado emergente de los procesos neuronales. Recurriendo a la teoría de sistemas, afirma que la interacción de los componentes explica de modo suficiente la existencia de propiedades emergentes, sin que sea necesario admitir realidades inmateriales que,

por otra parte, no darían lugar a efectos observables ni podrían interaccionar con los componentes materiales.

Mario Bunge sostiene esta doctrina y la describe en los siguientes términos:

> "El *materialismo emergentista* afirma que las funciones mentales son funciones de ciertas partes del cerebro del vertebrado superior (mamífero o ave). No se puede desprender la mente del cerebro, del mismo modo que no se puede disociar el caminar de las piernas, la circulación sanguínea del sistema cardiovascular, la respiración de los pulmones, o la digestión del sistema digestivo. Lo que existe en realidad no es ni el órgano sin función, ni la función sin órgano, sino el órgano funcionante. La digestión es la función específica del sistema digestivo, la circulación sanguínea la del sistema cardiovascular, y las funciones mentales son funciones específicas del cerebro, esto es, procesos que sólo el cerebro puede realizar. En suma, percibimos, aprendemos, pensamos, nos emocionamos y desvariamos con el cerebro. Sin cerebro vivo y despierto no hay mente; sin cerebro sano no hay mente sana. La divisa de la YMCA, *Mens sana in corpore sano*, es redundante: basta *Corpus sano* "[19].

Bunge subraya la importancia de la *plasticidad neuronal,* que viene concebida como la clave del psiquismo y de la mente. Esa plasticidad se refiere a las conexiones entre las neuronas. Existan conexiones innatas, programadas genéticamente, que no se modifican con la experiencia, pero otras conexiones son plásticas. Las conexiones se hacen más fuertes y duraderas con el uso, de tal manera que, "para decirlo metafóricamente, la función hace al órgano en el

---

19. M. BUNGE, *Mente y sociedad*, Alianza, Madrid 1989, pp. 31-32. Bunge ha expuesto sus ideas con mayor amplitud en otras obras. Además de su *Treatise on Basic Philosophy* y de diversos artículos, pueden verse, en relación con los problemas de la mente y del materialismo: *Materialismo y ciencia*, Ariel, Barcelona 1980; *El problema mente-cerebro*, Tecnos, Madrid 1985; (con R. Ardila), *Filosofía de la psicología*, Ariel, Barcelona 1988.

caso de las regiones plásticas del cerebro"[20]. Bunge aduce ejemplos que muestran la relación entre la plasticidad de la conducta y la plasticidad de las conexiones neuronales. Sobre esa base, propone la siguiente generalización:

> "*Todo proceso mental es un proceso específico en (peculiar de) algún sistema neuronal plástico, o sea, de conectividad variable*. Esta es una hipótesis biológica o materialista de la mente, que anima más o menos explícitamente a toda la psicología fisiológica. Es una hipótesis científica, porque no invoca sino procesos en sistemas concretos, y porque es contrastable experimentalmente. Es una hipótesis explicativa, y no meramente descriptiva, porque invoca un mecanismo preciso, a saber, el (complejísimo) proceso de conexión interneuronal. Y es una hipótesis de gran valor heurístico, porque invita a buscar los sistemas plásticos encargados de las diversas funciones mentales, así como a investigar lo que ocurre en ellos y entre ellos"[21].

Parece claro que la propuesta de Bunge combina dos líneas diferentes. Por una parte, propone un programa de investigación que, en el ámbito científico, puede ser legítimo y fructífero, ya que ese programa equivale a investigar los procesos neuronales asociados a los actos psíquicos. Por otra parte, propone una tesis filosófica materialista de la mente, que viene concebida como una función de los órganos materiales. Para dar razón de las peculiaridades de la mente, recurre al concepto de *emergencia*.

La emergencia significa que un sistema posee propiedades que no se encontraban en sus componentes. Se trata de propiedades sistémicas, que son el resultado de las interacciones de los componentes. No hace falta recurrir a causas nuevas para explicar la emergencia; basta tener en cuenta que las interacciones de los componentes, en este

---

20. M. BUNGE, *Mente y sociedad*, cit., pp. 18-20.
21. *Ibid.*, pp. 20-21.

caso de las neuronas, tienen como resultado propiedades realmente nuevas que sólo se dan en los sistemas. Ninguna parte de un sistema posee la propiedad emergente. Hay procesos de emergencia o submergencia cuando se gana o se pierde alguna propiedad; en estos casos existen novedades cualitativas, que consisten en la aparición y desaparición de propiedades nuevas. Por tanto, existen en la realidad diferentes niveles, que poseen propiedades y leyes diferentes, y el estudio de cada nivel exige la utilización de recursos específicos. Los niveles se encuentran jerarquizados: un nivel precede a otro si lo que existe en el primer nivel interviene como componente de lo que existe en el segundo[22].

¿Cómo se compagina la *emergencia*, que supone la existencia de niveles cualitativamente diferentes, con el *reduccionismo* materialista, que se niega a admitir entidades que no puedan explicarse mediante los niveles inferiores? Bunge distingue un reduccionismo ontológico, que se refiere al mundo, y un reduccionismo gnoseológico, que se refiere a nuestro conocimiento, y afirma que:

> "es posible, e incluso necesario, reconciliar el emergentismo ontológico con la racionalidad, que exige la explicación de la emergencia. La emergencia explicada sigue siendo emergencia... se puede sostener al mismo tiempo la tesis ontológica de la estratificación de la realidad y la tesis gnoseológica de la reducción como modo válido de explicación. Esta última es un proceso intelectual que no altera al mundo... El explicar la emergencia no entraña negarla... es posible adoptar tanto el emergentismo como el reduccionismo gnoseológico: se puede suponer al mismo tiempo que el mundo está estructurado en niveles, y la posibilidad de comprender dicha estratificación por reducción"[23].

---

22. Cfr. *ibid.*, pp. 83-86.
23. *Ibid.*, pp. 88-89.

Los problemas gnoseológicos del reducionismo no son fáciles. Bunge lo advierte, y analiza los diversos tipos de reducción. Niega que el materialismo exija aceptar siempre un reduccionismo *fuerte*, que intenta explicar las teorías de un nivel superior recurriendo solamente a las teorías de niveles inferiores a las que añade definiciones reductivas; afirma que este reduccionismo suele encontrarse asociado al *fisicismo* o materialismo vulgar, según el cual toda la realidad consiste en entes físicos, de tal modo que la diferencia entre los entes que estudia la física y la biología no es sino una diferencia de complejidad. El materialismo emergentista sólo exigiría aceptar un reduccionismo *débil*, compatible con la existencia de niveles que contienen novedades cualtitativas reales con respecto a los niveles inferiores:

> "El materialismo emergentista sostiene que todo cuanto hay en la realidad es material, pero no exige que se adopte el reduccionismo radical en todos los casos. Por el contrario, admite que en algunos casos la explicación de la emergencia exige el agregado de hipótesis subsidiarias. Por ejemplo, un materialista emergentista admitirá que la química tiene conceptos propios... que la biología tiene conceptos peculiares..... y que la psicología tiene sus propios conceptos... Sin embargo, agregará que cuando se agrega hipótesis subsidiarias que contienen estos conceptos peculiares, la química se reduce *débilmente* (*parcialmente*) a la física, parte de la biología a la química y parte de la psicología a la neurociencia"[24].

Sin duda, Bunge tiene razón cuando afirma que existen niveles cualitativamente nuevos y que, a diferencia de lo que sucede con el reduccionismo radical o fuerte, el reduccionismo débil es un programa de investigación científica fructífero. Pero no está claro que su afirmación de

---

24. *Ibid.*, p. 92.

la emergencia y del reduccionismo débil presten apoyo alguno a la tesis materialista. Se trata, más bien, de dos problemas diferentes.

En efecto, para estudiar el psiquismo humano mediante el método de la ciencia experimental, no es necesario formular explicaciones filosóficas espiritualistas: basta reconocer que existen niveles cualitativamente diferentes e investigar las relaciones entre los niveles superiores y los inferiores. La afirmación de las dimensiones espirituales corresponde a una perspectiva filosófica en la cual se intenta determinar el modo de ser propio de la persona humana.

La negación de las dimensiones espirituales suele encuentrarse condicionada por el rechazo de un *dualismo* según el cual el espíritu humano sería una substancia *separada* de las condiciones materiales, que se encontraría *yuxtapuesta* de modo externo a esas condiciones. En este sentido, Bunge afirma:

> "El alma, espíritu o mente no es una sustancia separada de la materia, sino una colección de funciones cerebrales. Si no lo fuese, no se podría estudiar lo psíquico investigando el cerebro. Si no lo fuese, la psicología sería la única ciencia ontológicamente autónoma, la única que no se ocupa de estudiar procesos que ocurren en cosas materiales"[25].

Los argumentos de Bunge se pueden interpretar como una crítica de ese tipo de espiritualismo y como una afirmación de la importancia de las condiciones materiales para la explicación de la persona humana. De hecho, la intención principal de Bunge parece centrarse en fomentar el avance de la psicología experimental; en efecto, cuando subraya las ventajas de su doctrina, son constantes las

---

25. *Ibid.*, p. 23.

referencias a la ciencia experimental[26]. Sin embargo, el problema filosófico acerca de la realidad de las dimensiones espirituales de la persona humana sigue en pie. El materialismo resulta incompatible con la afirmación de esas dimensiones, y no puede ser defendido utilizando los avances de la psicología experimental: estos avances solamente muestran que existe una relación entre el psiquismo humano y las condiciones materiales en las cuales existe y se ejercita.

3.2. *El dualismo interaccionista.*

El *dualismo interaccionista* afirma que en la persona humana, junto con lo material, existe una realidad inmaterial que se denomina, según los autores, mente, espíritu, o alma, y que esa realidad inmaterial interacciona con las condiciones materiales. Karl Popper defiende un dualismo de este tipo que, además de ser interaccionista, es *emergentista.*

Este dualismo reconoce el carácter no material de la mente, pero tropieza con serias dificultades para explicar cómo algo inmaterial ha podido surgir por *emergencia*, en los procesos evolutivos, a partir de lo material. Además, ha de afrontar los problemas relacionados con la *interacción* de la mente y el cuerpo, ya que debe explicar cómo una realidad inmaterial puede actuar sobre la materia: este problema coincide en buena parte con el clásico problema de la *comunicación de las substancias*, planteado en la época

---

26. Cfr. *ibid.*, pp. 32-35.

moderna por Descartes y central en la filosofía post-cartesiana.

La posición de Popper con respecto a la emergencia y la reducción parece semejante a la de Bunge, pero incluye matices que tienen cierta importancia con respecto al materialismo cientificista. Popper afirma que, si se considera a los organismos como sujetos que se plantean problemas vitales e intentan resolverlos, es posible obtener una explicación racional de la *evolución emergente*, aunque sólo se trate de una explicación genérica. Conjetura que el origen de la vida y el origen de los problemas coinciden, y afirma que, si bien considera viable que un día consigamos producir seres vivos a partir de materia no viviente, esto no equivaldría a reducir la biología a la físico-química, como tampoco la obtención de compuestos químicos a partir de componentes físicos significa que la química se reduzca a la física. En esta posición *anti-reduccionista* y *emergentista*, desempeña un lugar central la siguiente afirmación:

> "los problemas de los organismos no son físicos: no son cosas físicas, ni leyes físicas, ni hechos físicos. Son realidades biológicas específicas: son reales en cuanto su existencia puede ser la causa de efectos biológicos... La vida, tal como la conocemos, consiste en cuerpos físicos (más exactamente, estructuras) que resuelven problemas... Por tanto, autores como Butler y Bergson, cuyas teorías me parecen claramente equivocadas, tuvieron una intuición correcta. Por supuesto, la fuerza vital existe..."[27].

---

27. K. R. POPPER, *Autobiography*, en: P. A. SHILPP (editor), *The Philosophy of Karl Popper*, Open Court, La Salle (Illinois) 1974, p. 143. La traducción es mía. En la edición española, el texto citado contiene un error y una interpolación que desfiguran el sentido del texto original: cfr. K. R. POPPER, *Búsqueda sin término*, Tecnos, Madrid 1977, p. 241.

Lo que Popper subraya es el dinamismo propio de los vivientes. Esto equivale a subrayar la existencia de dimensiones *ontológicas* que no se agotan en las explicaciones científicas, sino que más bien son su condición de posibilidad. En el caso del hombre, esas dimensiones poseen un nivel peculiar que supera las condiciones materiales y, por tanto, remiten a un principio propiamente *inmaterial*. De ahí que Popper afirme la existencia de ese principio inmaterial, aunque también afirme su origen evolutivo. Ambas afirmaciones parecen incompatibles, pero su unión resulta lógica si se tiene en cuenta que Popper defiende la inmaterialidad de la persona como algo que resulta manifiesto a partir de sus actos, pero, al mismo tiempo, su agnosticismo con respecto a una divinidad trascendente le lleva a ignorar la fundamentación metafísica de la inmaterialidad de la persona.

Popper matiza sus afirmaciones acerca de estos temas. Subraya que no disponemos de explicaciones completas acerca de los problemas últimos, y no oculta que implican un cierto misterio. En este contexto, tienen interés sus reflexiones siguientes:

> "Podría objetarse que la interacción entre la mente y el cuerpo aparece como un milagro, aunque se lo atribuya a la evolución más bien que a Dios. Aunque así sea, en ese caso la evolución ha producido millones de otros *milagros*, millones de estructuras y procesos que parecerían remitir a una explicación sobrenatural si no dispusiéramos de una explicación evolucionista"[28].

Es fácil advertir que estas reflexiones de Popper se encuentran en el límite de lo metafísico en sentido estricto.

---

28. K. R. POPPER, *Replies to my Critics* (a propósito de: J. W. N. WATKINS: *The Unity of Popper's Thought*), en: P. A. SCHILPP (editor), *The Philosophy of Karl Popper*, cit., p. 398.

Esto resulta lógico si se admite la existencia de las dimensiones de la persona humana en toda su integridad. En realidad, el recurso a las explicaciones evolucionistas no resuelve el problema, que remite a causas propiamente metafísicas. Esto explica las incertidumbres del pensamiento de Popper, quien por una parte, afirma que la evolución por selección natural explica la emergencia de las dimensiones inmateriales de la persona[29], pero por otra, admite francamente que se trata de un problema cuya explicación última queda envuelta en el misterio. Se comprende que, si bien el emergentismo ocupa un lugar central en el pensamiento de Popper, dedique poca atención al problema *ontológico* de la emergencia de las características humanas y desplace la atención hacia la perspectiva metodológica, aunque advierta que esa perspectiva resulta insuficiente para resolver el problema ontológico[30].

Los problemas que Popper se plantea incluyen referencias a las dimensiones ontológicas, pero no contemplan la fundamentación metafísica de esas dimensiones. Así queda puesto de relieve en el Sumario de su contribución sistemática a *El yo y su cerebro,* donde acaba advirtiendo que "un último punto, que se halla fundamentalmente implícito en mis capítulos, merece que lo explicitemos". Ese punto dice así:

> "La selección natural y la presión selectiva se consideran usualmente como resultado de una lucha por la vida más o

---

29. Puede verse al respecto: K. R. POPPER, *Natural Selection and the Emergence of Mind*, en: G. RADNITZKY~W. W. BARTLEY III (editores), *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the Sociology of Knowledge*, Open Court, La Salle (Illinois) 1987, pp. 139-155.

30. Esta situación se refleja en: R. EGIDI, *Emergence, Reduction, and Evolutionary Epistemology*, en: G. RADNITZKY~W. W. BARTLEY III (editores), *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the Sociology of Knowledge*, cit., pp. 157-161.

> menos violenta. Sin embargo, con la emergencia de la mente, del Mundo 3 y de las teorías, tal situación cambia. Podemos dejar que luchen nuestras teorías, podemos dejar que nuestras teorías mueran en nuestro lugar. Desde el punto de vista de la selección natural, la función principal de la mente y del Mundo 3 es la de posibilitar la aplicación del método de ensayo y errores, sin la violenta eliminación de nosotros mismos: en eso consiste el gran valor de supervivencia de la mente y del Mundo 3. Así, al producir la emergencia de la mente y del Mundo 3, la selección natural se supera a sí misma y a su carácter originalmente violento. Con la emergencia del Mundo 3, la selección ya no precisa ser violenta: podemos eliminar las teorías falsas mediante crítica no violenta. La evolución cultural no violenta no es un mero sueño utópico, sino que es más bien un resultado posible de la emergencia de la mente por selección natural"[31].

Con su teoría de los tres mundos, el Mundo 1 de lo físico, el Mundo 2 de los estados subjetivos y el Mundo 3 de los contenidos objetivos teóricos, Popper proporciona un andamiaje de tipo ontológico que refleja las diferentes dimensiones de la realidad. Pero su perspectiva nunca sobrepasa la descripción de las dimensiones ontológicas, de tal manera que sólo contempla como posibles las explicaciones naturalistas.

Esta situación tiene importantes consecuencias con respecto al dualismo emergentista. En efecto, a falta de una fundamentación metafísica, las dimensiones ontológicas poseen un estatuto incierto, y resulta inevitable afirmar un interaccionismo poco satisfactorio. Sólo si se admite la acción divina fundante es posible comprender que la persona humana constituye una unidad que incluye las dimensiones materiales y las espirituales en un ser único.

Popper reconoce que no sabemos explicar la emergencia de la mente, pero a la vez afirma que, desde el punto

---

31. K. R. POPPER~J. C. ECCLES, *El yo y su cerebro*, cit., p. 235.

de vista darwinista (que es el suyo), hemos de admitir que la mente ha surgido por emergencia a partir del cerebro:

> "Ahora deseo hacer hincapié sobre lo poco que se dice cuando se afirma que la mente es un producto emergente del cerebro. Prácticamente carece de valor explicativo y apenas equivale a algo más que poner un signo de interrogación en un determinado lugar de la evolución humana. No obstante, creo que es lo único que podemos decir desde un punto de vista darwinista"[32].

En este contexto, Popper añade que la evolución no es una explicación última; pero eso no significa que Popper abra otras posibilidades. Su conclusión es la siguiente:

> "Hemos de hacernos a la idea de que vivimos en un mundo en el que casi todo lo que es muy importante ha de quedar esencialmente inexplicado... en última instancia, todo queda sin explicar: especialmente todo cuanto se refiere a la existencia"[33].

Este punto de vista implica una renuncia a buscar explicaciones radicales que, sin embargo, deben existir. Por tanto, no es extraño que, si bien Popper señala la existencia de las dimensiones peculiares de la persona y reconoce su irreductibilidad a las condiciones materiales, afirme al mismo tiempo que esas dimensiones son el resultado de la evolución y proponga un interaccionismo que difícilmente es conciliable con la unidad del ser humano.

Acerca del interaccionismo, Popper utiliza conceptos claramente dualistas de tipo platónico:

> "El yo psicofísico activo es el programador activo del cerebro (que es el computador); es el ejecutante cuyo instrumento es el cerebro. Como decía Platón, la mente es el timonel... Como el timonel, observa y emprende la acción al mismo tiempo... El yo, en cierto sentido, toca el cerebro del mismo modo que un

32. *Ibid.*, p. 622.
33. *Ibid.*

pianista toca el piano o que un conductor acciona los mandos de un coche"[34].

Pero este interaccionismo no es coherente con la unidad del hombre, y proporciona un blanco fácil para criticar la espiritualidad humana.

3.3. *El hilemorfismo*

El hilemorfismo fue utilizado por Aristóteles para explicar el modo de ser básico de las substancias naturales, y recibió una formulación clásica en el pensamiento de Tomás de Aquino. Caracteriza al hombre como compuesto de cuerpo y alma, subrayando la unidad del compuesto y la espiritualidad del alma. El hombre es concebido como *una sola substancia*, frente al dualismo de tipo cartesiano, puesto que, si bien espíritu y materia son realidades diferentes, sin embargo *el alma es forma substancial del cuerpo*. El hombre no es un cuerpo al que se añade un alma como una realidad yuxtapuesta, sino que alma y cuerpo forman una sola realidad; lo cual no impide que, dado el carácter espiritual del alma, ésta pueda subsistir después de la muerte.

Esta doctrina no es sencilla, pero esto no resulta sorprendente si se tiene en cuenta que el hombre no es un ser sencillo. Pretende reflejar unos hechos y unas exigencias racionales, sin suprimir lo que de misterioso hay en el hombre, que no es poco: recoge lo dado por la experiencia y

34. *Ibid.*, pp. 135 y 557.

lo exigido por el rigor intelectual, rehuyendo simplificar la complejidad de la existencia humana.

La experiencia y el razonamiento muestran que en el hombre existen dimensiones materiales y espirituales, y que ambas se dan en una única persona. El hombre no consta de dos substancias yuxtapuestas que actúan entre sí: el hombre es una única substancia, y esto queda reflejado en el hilemorfismo al afirmar que la unión entre alma y cuerpo es como la de la forma con la materia. Forma y materia no son entidades completas. Lo espiritual exige un sujeto, el alma, pero ésta no es un sujeto completo que venga a añadirse al cuerpo: como forma de la materia, el alma expresa el modo de ser característico de la persona. Por otra parte, las dimensiones espirituales no pueden derivar de la materia; por tanto, es necesaria la creación divina del alma que, aunque esencialmente es forma de la materia, por su espiritualidad no depende de ella, y subsiste una vez que la disgregación de la materia provoca la muerte. De acuerdo con esta perspectiva, no se da propiamente interacción entre el alma y el cuerpo, puesto que alma y cuerpo constituyen una única substancia.

En la persona humana, la afirmación del alma espiritual como forma substancial del hombre, es un modo de reflejar las *exigencias ontológicas* de los *hechos de experiencia*. El hilemorfismo, cuando es aplicado al hombre, lleva a afirmar que el espíritu informa a la materia, de tal manera que alma y cuerpo constituyen una sola substancia, tal como corresponde a la información de la materia por la forma. El problema de la unión del alma con el cuerpo está mal planteado si se enfoca como un dualismo de principios substanciales completos, tal como fue formulado en el ámbito platónico y en la filosofía cartesiana. El espíritu humano es, por su propia naturaleza, alma del cuerpo.

La explicación hilemórfica debe afrontar dos tipos de dificultades: el primero se refiere a su validez con respecto a la naturaleza en general, y el segundo se refiere a su aplicación al caso de la persona humana. Pero, en ambos casos, la dificultad principal suele remitir al concepto de *forma*.

Esta dificultad puede afrontarse recurriendo a las explicaciones que hemos desarrollado en los capítulos precedentes. La forma expresa el *modo de ser* de una entidad. Todas las entidades, e incluso las propiedades y los procesos, tienen un modo de ser. Los diferentes modos de ser de las entidades *naturales* poseen un aspecto básico común: tienen un dinamismo propio que se encuentra entrelazado con estructuras espacio-temporales. En el caso de los *sistemas centrales*, ese dinamismo responde a un modo de ser unitario y se encuentra entrelazado con pautas. Bajo esta perspectiva, afirmar que los sistemas centrales son *substancias* que se caracterizan por su *forma substancial* equivale a afirmar que poseen un modo de ser unitario, subrayando que se trata de un modo de *ser*.

El concepto de *forma* se refiere a las dimensiones *ontológicas* de los sistemas naturales. No se reduce a un conjunto de propiedades particulares, puesto que expresa la fuente de todas las propiedades observables e incluso de otras que no se han actualizado todavía o no se actualizarán nunca. *La forma no es una parte de las entidades naturales*: es su modo de ser propio. No es una entidad subsistente, pero es algo real, como lo es el modo de ser de las entidades. Expresa que las entidades poseen un *ser* real, y que ese ser se realiza según un *modo* de ser concreto.

Nuestro conocimiento de los modos de ser de las entidades naturales es siempre parcial. Conocemos propiedades particulares y mediante ellas nos hacemos una idea del modo de ser de las entidades. Por tanto, *si lo que bus-*

camos es un conocimiento exhaustivo, deberemos afirmar que las formas resultan incognoscibles. Por el mismo motivo, es difícil ampliar nuestro conocimiento utilizando las formas como base. Sin embargo, podemos conseguir un conocimiento básico de algunos modos de ser, y podemos utilizarlo tanto en la vida ordinaria como en la investigación científica.

El interés principal de las formas no se sitúa en el ámbito de los conocimientos particulares acerca de las entidades, sino en un nivel *ontológico* más general. El concepto de forma expresa que las substancias tienen un modo de ser propio, al que corresponde un dinamismo propio y unas pautas espacio-temporales características, y que ese modo de ser incluye unas disposiciones o potencialidades concretas cuya actualización depende de todo un conjunto de factores. Las disposiciones tienen una direccionalidad y, en ese sentido, equivalen a tendencias. El concepto de forma se encuentra estrechamente vinculado a la direccionalidad y, por tanto, a la finalidad.

En definitiva, el concepto de forma implica una *perspectiva ontológica* que, a su vez, remite a una *fundamentación metafísica*. La consistencia de las substancias naturales es auténtica, pero no es auto-suficiente; exige una acción fundante que les *da el ser* y que, por tanto, afecta a todas sus dimensiones. La gradación de las substancias muestra que los efectos del dinamismo metafísico fundante se despliegan de acuerdo con las condiciones físicas, que actúan como cauces de ese despliegue: una mayor organización de las condiciones físicas permite un despliegue superior del dinamismo fundante. Esos cauces tienen una consistencia propia, pero no la tienen con independencia del dinamismo fundante, que abarca toda la naturaleza en todas sus dimensiones.

La progresiva organización de las condiciones físicas hace posible un despliegue del dinamismo fundante que encuentra su expresión más elevada en los vivientes, y entre ellos, en el hombre, cuya existencia es posible gracias a la cooperatividad que existe entre los múltiples dinamismos de los niveles físico, químico y biológico. En el caso del hombre, las condiciones físicas permiten un despliegue del dinamismo fundante que supera cualitativa y esencialmente al resto de los seres naturales, y se manifiesta a través de las características propias de la inteligencia y la voluntad. Se trata de una persona, un ser espiritual que trasciende las posibilidades de las condiciones físicas.

En realidad, el ser de cualquier entidad natural trasciende las posibilidades físicas, porque se trata de una dimensión metafísica que sólo es posible por la acción del dinamismo divino fundante. Esto mismo sucede en el caso del hombre, pero también sucede algo más: que la interioridad propia de la persona supone una participación en el modo de ser propio de Dios. El dinamismo fundante produce, en este caso, algo semejante a sí mismo. Sabemos que esto es así porque conocemos nuestro modo de ser, que corresponde a una persona dotada de una densidad ontológica que se encuentra en un nivel espiritual.

El hilemorfismo se aplica al caso del hombre tanto como a cualquier otro ser. Sin embargo, en el caso del hombre, su modo de ser es espiritual, y remite no sólo a la acción divina que funda el ser de todas las entidades naturales, sino además, a la acción divina que funda el ser espiritual de la persona. Pero no se trata de varios seres ni de varias acciones divinas. La acción divina, que en sí misma se encuentra fuera de la multiplicidad y del tiempo, produce el único ser que se da en el hombre, cuyo modo de ser integra lo material y lo espiritual en una unidad.

En el caso de la persona humana, las dimensiones metafísicas no sólo están presentes del mismo modo que en los demás seres naturales, sino que, además, el modo de ser del hombre incluye dimensiones metafísicas especiales, que remiten a un efecto especial de la acción divina fundante. Bajo esta perspectiva, la explicación hilemórfica del hombre significa que el único ser de la persona humana actualiza un dinamismo que no sólo se extiende a las característiacs del mundo físico, sino que también incluye características espirituales que, además, son las principales. El modo de ser de la persona humana es principalmente espiritual, pero incluye las dimensiones propias del mundo físico.

No existen dificultades especiales para comprender que la acción divina produzca un ser personal a través de las condiciones materiales. Esa acción divina existe también en los demás seres naturales, pero en el caso del hombre produce unos efectos especiales, que son posibles porque existen unas condiciones materiales apropiadas. La acción divina produce el único ser de la persona, que es a la vez espiritual y material. Las dimensiones espirituales se encuentran compenetradas con las condiciones materiales.

Como ya hemos señalado, la dificultad principal consiste en comprender la existencia de las dimensiones espirituales separadas de las condiciones materiales. Pero esa supervivencia resulta lógica si se tiene en cuenta que las dimensiones espirituales implican una participación personal en el ser divino y que, por consiguiente, su desaparición exigiría que cesara de darse el efecto de la acción divina, lo cual equivaldría a una aniquilación que no resulta coherente con las tendencias que Dios mismo ha puesto en la persona ni con la creación de un ser personal que posee dimensiones espirituales y, por tanto, la capacidad de subsistir con independencia de las condiciones materiales.

4. EL PUESTO DEL HOMBRE EN EL COSMOS

El hombre es una síntesis del mundo material y del espiritual. Se encuentra por encima del resto del mundo físico. Participa de lo físico, que está inscrito en su naturaleza como parte constitutiva, pero no se agota en las dimensiones físicas. Tiene la capacidad de conocer y dominar el mundo.

La cosmovisión teocéntrica contempla al hombre como criatura de Dios, hecho por Dios a su imagen y semejanza, colocado por encima del resto de la naturaleza que le sirve para alcanzar su fin. Este *antropocentrismo* resulta coherente con la cosmovisión actual, e incluso puede decirse que los conocimientos actuales responden mejor a la perspectiva antropocéntrica que la cosmovisión antigua.

En efecto, la cosmovisión antigua se basaba en la experiencia ordinaria, pero también incluía otros aspectos tales como las teorías acerca de los cuerpos celestes, los cuatro elementos y los movimientos naturales, que eran bastante artificiosas y conducían a dificultades notables cuando se las examinaba con cierto rigor. La fuerza de la cosmovisión antigua radicaba en los aspectos relacionados con la experiencia ordinaria, especialmente en su afirmación del hombre como centro de un universo jeráquico que culminaba en la persona humana y se encontraba impregnado de dimensiones divinas.

La cosmovisión antigua debió enfrentarse al desarrollo de la ciencia moderna a partir del siglo XVII. Las perspectivas analítica y mecanicista predominaron hasta el siglo XX y, si bien no implicaban por sí mismas la demolición de todas las ideas antiguas, hicieron posible que

se desarrollase una cosmovisión que se fue impregnando progresivamente de ideas naturalistas.

En la actualidad disponemos, por vez primera en la historia, de una cosmovisión que se extiende, con cierto detalle, a todos los niveles de la naturaleza. Se han superado las limitaciones de las perspectivas analítica y mecanicista. La naturaleza se nos manifiesta como el despliegue de un dinamismo propio que se organiza de acuerdo con pautas. Los procesos naturales se desarrollan de modo direccional y selectivo, aunque la actualización de las potencialidades naturales dependa de factores aleatorios. Los sistemas naturales poseen características holísticas. Tanto la formación de los sistemas singulares como del sistema total de la naturaleza es posible por la cooperatividad de los dinamismos particulares. La naturaleza posee una fuerte unidad que se manifiesta en la composición, en la continuidad de sus niveles y en la integración de los niveles más básicos en los niveles de mayor organización.

Esta cosmovisión no tiene, por sí misma, implicaciones metafísicas. Sin embargo, proporciona una base muy adecuada para la reflexión ontológica y metafísica que conduce a replantear las cuestiones clásicas acerca de la trascendencia y de la persona humana.

En esta perspectiva, el hombre aparece como la culminación de la naturaleza. Su existencia es posible porque la naturaleza posee unas características altamente específicas. La actividad científica y tecnológica manifiesta de modo especialmente patente el lugar central del hombre en la naturaleza. El análisis de las condiciones de posibilidad de la ciencia muestra que la persona humana posee unas características peculiares que representan una síntesis de lo material y lo espiritual.

El descentramiento físico de la Tierra en el conjunto del universo no debilita el lugar central que la persona ocupa en la naturaleza. En realidad, se trata de una cuestión secundaria. Incluso es posible pensar que la inmensidad del universo que conocemos ha resultado necesaria para que se haya formado la Tierra, con sus condiciones altamente específicas que hacen posible la vida humana.

El posible origen del organismo humano a partir de vivientes inferiores tampoco supone una dificultad para afirmar la singularidad humana, cuyas características espirituales resultan patentes. Las teorías de la evolución sólo pueden ser utilizadas en favor del naturalismo si se distorsiona su alcance, utilizándolas en ámbitos cuyo estudio remite a dimensiones que se encuentran fuera del alcance del método experimental.

La hipotética existencia de otros seres inteligentes en el universo no contradice las afirmaciones anteriores, puesto que sólo nos referimos a la centralidad de la persona humana con respecto a la naturaleza material, y esto resulta compatible con la existencia de otros seres que también se encontrasen en una relación semejante en relación con la naturaleza.

La persona humana, como síntesis de lo material y lo espiritual, ocupa un lugar especial en la naturaleza. Participa del carácter personal propio del Dios autor de la naturaleza, con el cual tiene una relación única, de carácter personal. Si toda la naturaleza responde a un despliegue de los efectos de la acción divina, ese despliegue adquiere matices únicos en el caso del hombre, cuya relación con el resto de la naturaleza puede ser contemplada en continuidad con la acción divina. La actividad humana, que tiene su más alta manifestación en la conducta ética, incluye como elementos funda-

mentales las dimensiones materiales que le sitúan en la naturaleza, y ha de contar con ellos para su plena realización.

En último término, la inteligibilidad de la naturaleza remite a su relación con el hombre y con Dios. La naturaleza resulta parcialmente inteligible bajo otros puntos de vista. Pero sólo se comprende de modo completo cuando se la contempla bajo las perspectivas antropológica y metafísica: la naturaleza es, ante todo, el ámbito que hace posible la existencia de la persona humana y el desarrollo de sus potencialidades, entre las cuales ocupan el primer lugar la comunicación con el Dios creador personal que se manifiesta como autor de la naturaleza y la comunicación con las demás personas humanas.

BIBLIOGRAFÍA

AA. VV.: *L'auto-organisation: de la physique au politique*, Editions du Seuil, Paris 1983.

AGAZZI, E.: *Eine Deutung der wissenschaftlichen Objektivität*, Allgemeine Zeitschrift für Philosophie, 3 (1978), pp. 20-47.

- *L'objectivité scientifique*, en: E. AGAZZI (editor), *L'objectivité dans les différentes sciences*, Editions Universitaires, Fribourg 1988, pp. 13-25.
- *Vérité partielle ou approximation de la vérité?*, en: AA. VV., *La nature de la vérité scientifique*, Ciaco, Louvain-la-Neuve 1986, pp. 103-114.

AMSELEK, P.: *Science et déterminisme*, Presses Universitaires de France, Paris 1988.

ARISTÓTELES: *Física. Metafísica. Sobre el cielo.* Edición Bekker, *Aristotelis Opera*, 2ª edición, Walter de Gruyter, Berlin 1960.

ARNOLD, V. I.: *Teoría de catástrofes*, Alianza, Madrid 1987.

ARTIGAS, M.: *Karl Popper: Búsqueda sin término*, Editorial Magisterio Español, Madrid 1979.

- *Ciencia, finalidad y existencia de Dios*, Scripta Theologica, 17 (1985), pp. 151-189.
- *Física y creación: el origen del universo*, Scripta Theologica, 19 (1987), pp. 347-373.

- *Objectivity and Reliability in Science*, Epistemologia, 11 (1988), pp. 101-116.
- *Filosofía de la ciencia experimental*, Eunsa, Pamplona 1989.
- *Nicolás Oresme, gran maestre del Colegio de Navarra, y el origen de la ciencia moderna*, Príncipe de Viana (Suplemento de ciencias), 9 (1989), pp. 297-331.
- *Explicación física y autocreación del universo*, en: AA. VV., *El hombre: inmanencia y trascendencia*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra, Pamplona 1991, pp. 109-129.
- *Emergence and Reduction in Morphogenetic Theories*, en: E. AGAZZI~A. CORDERO (editores), *Philosophy and the Origin and Evolution of the Universe*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1991, pp. 253-262.
- *Three Levels of Interaction between Science and Philosophy*, en: C. DILWORTH (editor), *Intelligibility in Science*, Rodopi, Amsterdam 1992, pp. 123-145.

ARTIGAS, M.~SANGUINETI, J. J.: *Filosofía de la naturaleza,* Eunsa, 2ª edición corregida y aumentada, Pamplona 1989.

ATKINS, P. W.: *La creación*, Labor, Barcelona 1983.

BACON, F.: *Novum Organum*, en: *The Works of Francis Bacon*, Frommann, Stuttgart 1963, vol. I.

BARBOUR, I. G.: *Ways of Relating Science and Theology*, en: R. J. RUSSELL~W. R. STOEGER~G. V. COYNE (editores), *Physics, Philosophy, and Theology: A Common Quest for Understanding*, Vatican Observatory, Vatican City State 1988, pp. 21-48.

BERGÉ, P.~POMEAU, Y.~VIDAL, C.: *L'ordre dans le chaos*, Hermann, Paris, 1988.

BERGSON, H.: *La perception du changement,* Henry Frowde, London 1911.

- *El pensamiento y lo moviente*, Editorial La Pleyade, Buenos Aires 1972.

BERTALANFFY, L. von: *General System Theory*, George Braziller, New York 1969.

- *Perspectivas en la teoría general de sistemas*, Alianza, Madrid 1986.

BHASKAR, R.: *A Realist Theory of Science*, Leeds Books, Leeds 1975.

BOYER, T. H.: *El vacío clásico*, Investigación y Ciencia, nº 109, octubre 1985, pp. 42-51.

BRESCH, C.: *What is Evolution?*, en: S. ANDERSEN~A. PEACOCKE (editores): *Evolution and Creation*, Aarhus University Press, Aarhus 1987, pp. 36-57.

BROOKE, J. H.: *Science and the Fortunes of Natural Theology: Some Historical Perspectives*, Zygon, 24 (1989), pp. 3-22.

BRUCE A.~WALLACE, D.: *Critical Point Phenomena: Universal Physics at Large Length Scales*, en: P. DAVIES (editor), *The New Physics*, Cambridge University Press, Cambridge 1989, pp. 236-267.

BUNGE, M.: *Materialismo y ciencia*, Ariel, Barcelona 1980.

- *El problema mente-cerebro*, Tecnos, Madrid 1985.
- *Mente y sociedad*, Alianza, Madrid 1989.

BUNGE, M.~ARDILA, R.: *Filosofía de la psicología*, Ariel, Barcelona 1988.

CAPELLE, W.: *Historia de la filosofía griega*, Gredos, Madrid 1972.

CARROLL, W. E.: *Big Bang Cosmology, Quantum Tunneling from Nothing, and Creation*, Laval théologique et philosophique , 44 (1988), pp. 59-75.

CASANOVAS, J.: *Cosmologie et religion*, en: P. POUPARD (editor), *Science et foi*, Desclée, Tournai 1982, pp. 54-67.

CELADA, A.: *Factores de transcripción y control de la expresión génica*, Investigación y ciencia, nº 179, agosto 1991, pp. 42-51.

CENCILLO, L.: *«Hyle». Origen, concepto y funciones de la materia en el «Corpus Aristotelicum»*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid 1958.

CLARKE, W. N.: *Is a Natural Theology Still Possible Today?*, en: R. J. RUSSELL~W. R. STOEGER~G. V. COYNE (editores), *Physics, Philosophy, and Theology: A Common Quest for Understanding*, Vatican Observatory, Vatican City State 1988, pp. 103-123.

- *Charles Hartshorne's Philosophy of God: A Thomistic Critique*, en: S. SIA (editor), *Charles Hartshorne's Concept of God*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1990. pp. 103-123.

CRAIG, W. L.: *God, Creation and Mr Davies*, The British Journal for the Philosophy of Science, 37 (1986), pp. 163-175.

CRUTCHFIELD, J. P.~FARMER, J. D.~PACKARD, N. H. ~SHAW, R. S.: *Caos*, Investigación y Ciencia, nº 125, febrero 1987, pp.16-29.

CRUZ CRUZ, J.: *Filosofía de la estructura*, 2ª edición, Eunsa, Pamplona 1974.

CHOZA, J.: *Manual de antropología filosófica*, Rialp, Madrid 1988.

DARDEN, L.~MAULL, N.: *Interfield Theories*, Philosophy of Science, 44 (1977), pp. 43-64.

DAVIES, P., *God and the New Physics*, Dent, London 1983.

- *The New Physics: A Synthesis*, en: P. DAVIES (editor), *The New Physics*, Cambridge University Press, Cambridge 1989, pp. 1-6.

DAWKINS, R.: *El relojero ciego*, Labor, Barcelona 1988.

DENIFLE, H.: *Chartularium Universitatis Parisiensis*, París 1899. Reimpresión por Culture et Civilisation, Bruselas 1964.

DESCARTES, R.: *Los principios de la filosofía* , en: *Oeuvres*, editadas por CH. ADAM Y P. TANNERY, Vrin, Paris 1964, vol. IX -2.

- *Regulae ad directionem ingenii*, en: *Oeuvres*, editadas por CH. ADAM - P. TANNERY, Vrin, Paris 1966, vol. X.

DUQUESNE, M.: *De quinta via: Le preuve de Dieu par le gouvernement des choses*, Doctor Communis, 18 (1965), pp. 71-92.

EGIDI, R.: *Emergence, Reduction, and Evolutionary Epistemology*, en: G. RADNITZKY~W. W. BARTLEY III (editores), *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the Sociology of Knowledge*, Open Court, La Salle (Illinois) 1987, pp. 157-161.

ELDERS, L.: *The philosophical theology of St. Thomas Aquinas*, Brill, Leiden 1990.

EMERTON, N. E.: *The Scientific Reinterpretation of Form*, Cornell University Press, Ithaca and London 1984.

ESQUIVEL, J. (editor): *La polémica del materialismo*, Tecnos, Madrid 1982.

FEIGENBAUM, E. A.~MCCORDUCK, P.: *La quinta generación* , Planeta, Barcelona 1984.

FRAASSEN, B. C. VAN: *Introducción a la filosofía del tiempo y del espacio*, Labor, Barcelona 1978.

FRIEDMAN, K.: *Is Intertheoretic Reduction Feasible?*, The British Journal for the Philosophy of Science, 33 (1982), pp. 17-40.

FULCHER, L. P.~RAFELSKI, J.~KLEIN, A.: *Desintegración del vacío*, Investigación y Ciencia, nº 41, febrero 1980, pp. 84-92.

GARCÍA-RUIZ, J. M.: *Formas bajo criterio cristalográfico*, en: J. L. AMOROS (editor), *Forma y criterio*, Editorial de la Universidad Complutense, Madrid 1982, pp. 69-84.

GIBSON, Q.: *Tendencies*, Philosophy of Science, 50 (1983), pp. 296-308.

GLEICK, J.: *Caos: la creación de una ciencia,* Seix Barral, Barcelona 1988.

GOULD, S. J.: *Desde Darwin*, Hermann Blume, Madrid 1983.

GREENE, J. C.: *The Concept of Order in Darwinism*, en: P. G. KUNTZ (editor), *The Concept of Order*, The University of Washington Press, Seattle-London 1968, pp. 89-103.

GRIFFIN, D. R. (editor): *The Reenchantment of Science. Postmodern Proposals*, State University of New York Press, Albany 1988.

HACKING, I.: *Representing and Intervening*, Cambridge University Press, Cambridge 1983.

HAKEN, H.: *Synergetics. An Introduction*, Springer, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo 1977.

- *Pattern Formation and Pattern Recognition. An Attempt at a Synthesis*, en: H. HAKEN (editor), *Pattern Formation by Dynamic Systems and Pattern Recognition*, Springer, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo 1979, pp. 2-12.
- *Secreto de los éxitos de la naturaleza. Sinergética: la doctrina de la acción de conjunto*, Argos Vergara, Barcelona 1984.

HAPP, H.: *«Hyle». Studium zum aristotelischen Materie-Begriff*, Walter de Gruyter, Berlin-New York 1971.

HARRÉ, R.: *The Principles of Scientific Thinking*, Mac Millan, London 1970.

- *Powers*, The British Journal for the Philosophy of Science, 21 (1970), pp. 81-101.
- *Varieties of Realism*, Blackwell, Oxford 1986.

HARTMANN, N.: *Ontología*. II. *Posibilidad y efectividad*, Fondo de cultura económica, México 1956.

- *Ontología*. IV. *Filosofía de la naturaleza. Teoría especial de las categorías*. Vol. I: *Categorías dimensionales. Categorías cosmológicas*, Fondo de cultura económica, México 1960.
- *Ontología*. IV. *Filosofía de la naturaleza. Teoría especial de las categorías*. Vol. II: *Categorías organológicas*, Fondo de cultura económica, México 1964.
- *Ontología*. V. *El pensar teleológico*, Fondo de cultura económica, México 1964 (incluida en *Ontología*. IV, vol. II).

HÜBNER, K.: *Die Wahrheit des Mythos*, C. H. Beck, München 1985.

- *La naissance de l'age scientifique, resultat des lois ou du hasard?*, Epistemologia, 10 (1987), pp. 27-38.

JAEGER, W.: *La teología de los primeros filósofos griegos*, Fondo de cultura económica, México 1952.

JAKI, S. L.: *Brain, Mind and Computers*, Gateway, South Bend (Indiana) 1969. 3ª impresión aumentada, 1989.

- *Science and Creation*, Scottish Academic Press, Edinburgh 1974.
- *The Road of Science and the Ways to God*, The University of Chicago Press, Chicago 1978.
- *Angels, Apes and Men*, Sherwood Sugden, La Salle (Illinois) 1982.
- *From Scientific Cosmology to a Created Universe*, The Irish Astronomical Journal, 15 (1982), pp. 253-262.
- *Chance or Reality and Other Essays*, University Press of America, Lanham and London 1986.

• *Ciencia, fe, cultura*, Ediciones Palabra, Madrid 1990.

KANITSCHEIDER, B.: *Reduction and Emergence in the Unified Theories of Physics*, en: G. RADNITZKY (editor), *Centripetal Forces in the Sciences*, volumen 2, Paragon House, New York 1988, pp. 89-110.

KANT, I.: *Critica del juicio*, Espasa Calpe, México 1977.

KIRK, G. S.~RAVEN, J. E.: *The Presocratic Philosophers*, Cambridge University Press, Cambridge 1964.

KOWALCZYK, S.: *L'argument de la finalité chez Saint Thomas d'Aquin*, Divus Thomas (Piacenza), 78 (1975), pp. 41-68.

KUHN, H.: *Orden*, en: H. KRINGS~H. M. BAUMGARTNER ~C. WILD y otros: *Conceptos fundamentales de filosofía*, Herder, Barcelona 1978, vol. 2, pp. 693-708.

KUHN, T. S.: *La revolución copernicana. La astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento occidental*, Ariel, Barcelona 1978.

LADRIERE, J.: *Physique et Métaphysique*, publicación provisional, Universidad de Lovaina, curso 1982-1983.

LAKS, A.: *Diogène d'Apollonie*, Presses Universitaires de Lille, Lille 1983.

LAUDAN, L.: *A Confutation of Convergent Realism*, Philosophy of Science, 48 (1981), pp. 19-49.

LEIBNIZ, G. W.: *De primae philosophiae Emendatione, et de Notione Substantiae*, en: C. J. GERHARDT (editor), *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Georg Olms, Hildesheim 1965, vol. 4.

LEPLIN, J.: *Methodological Realism and Scientific Rationality*, Philosophy of Science, 53 (1986), pp. 31-51.

LESZL, W.: *La materia in Aristotele*, Rivista Critica di Storia della Filosofia, 28 (1973), pp. 243-270 y 380-401; 29 (1974), pp. 144-170.

MANSION, A.: *Introduction à la physique aristotélicienne*, 2ª edición, Vrin, Paris 1945.

MARCOS, A.: *El papel de la información en biología*, tesis doctoral, Facultad de Filosofía, Universidad de Barcelona 1990.

- *Información y entropía*, Arbor, 140 (1991), pp. 111-135.
- *Teleología y teleonomía en las ciencias de la vida*, Diálogo filosófico, nº 22, enero-abril 1992, pp. 42-57.

MAY, E.: *Filosofía natural*, Fondo de cultura económica, México 1975.

MCMULLIN, E. (editor): *The Concept of Matter*, University of Notre Dame Press, Notre Dame (Indiana) 1963.

MCMULLIN, E.: *Natural Science and Belief in a Creator: Historical Notes*, en: R. J. RUSSELL~W. R. STOEGER ~G. V. COYNE (editores): *Physics, Philosophy, and Theology: A Common Quest for Understanding*, Vatican Observatory, Vatican City State 1988, pp. 49-79.

MILLÁN PUELLES, A.: *Léxico filosófico*, Rialp, Madrid 1984.

MONOD, J.: *El azar y la necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*, Barral, Barcelona 1970.

MORAVEC, H.: *Mind Children. The Future of Robot and Human Intelligence* , Harvard University Press, Cambridge (Massachussets) 1988.

MORIN, E.: *El Método*. I. *La naturaleza de la Naturaleza*, Ediciones Cátedra, Madrid 1981.

MURPHY, N.: *Truth, Relativism, and Crossword Puzzles*, Zygon, 24 (1989), pp. 299-314.

NAGEL, E.: *The Structure of Science*, Routledge & Kegan Paul, London 1961.

NICOLIS, G.: *Physics of far-from-equilibrium systems and self-organisation*, en: P. DAVIES (editor), *The New Physics*, Cambridge University Press, Cambridge 1989, pp. 316-347.

PARENTE, P.: *La quinta via di S. Tommaso*, Doctor Communis, 7 (1954), pp. 110-130.

PENROSE, R.: *La nueva mente del emperador*, Mondadori, Madrid 1991.

PILBEAM, D.: *Origen de los hominoideos y homínidos*, Investigación y Ciencia, nº 92, mayo 1984, pp. 48-58.

PLANTINGA, A.: *God and Other Minds. A Study of the Rational Justification of Belief in God,* Cornell University Press, Ithaca and London 1967.

POLKINGHORNE, J. C.: *A Revived Natural Theology*, en: J. FENNEMA~I. PAUL (editores), *Science and Religion. One World: Changing Perspectives on Reality*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1990, pp. 87-97.

POPPER, K. R.: *Autobiography*, en: P. A. SHILPP (editor), *The Philosophy of Karl Popper*, Open Court, La Salle (Illinois) 1974, pp. 1-181.

- *Replies to my Critics*, en: P.A. SCHILPP (editor), *The Philosophy of Karl Popper*, Open Court, La Salle (Illinois) 1974, pp. 961-1197.
- *Natural Selection and the Emergence of Mind*, en: G. RADNITZKY- W. W. BARTLEY III (editores), *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the Sociology of Knowledge*, Open Court, La Salle (Illinois) 1987, pp. 139-155.

POPPER, K. R.~ECCLES, J. C.: *El yo y su cerebro,* Labor, Barcelona 1980.

PREVOSTI, A.: *La Física d'Aristòtil. Una ciència filosòfica de la natura*, Promociones Publicaciones Universitarias, Barcelona 1984.

PRIGOGINE, I., *From Being to Becoming*, Freeman, San Francisco 1979.

- *¿Tan sólo una ilusión?*, Tusquets, Barcelona 1983.

PRIGOGINE, I.~STENGERS, I.: *La nueva alianza: metamorfosis de la ciencia*, Alianza, Madrid 1983.

- *Entre le temps et l'éternité*, Fayard, Paris 1988.

PRIMAS, H.: *Can We Reduce Chemistry to Physics?*, en: G. RADNITZKY (editor): *Centripetal Forces in the Sciences*, volumen 2, Paragon House, New York 1988, pp. 119-133 y 137-142.

QUEVEDO, A.: *«Ens per accidens». Contingencia y determinación en Aristóteles*, Eunsa, Pamplona 1989.

ROBBINS, S. S.~OLIVA, T. A.: *The Empirical Identification of Fifty-one Core General Systems Theory Vocabulary Components*, General Systems, 28 (1983-1984), pp. 69-76.

RUSSO, F.: *Objectivité scientifique et options religieuses et philosophiques*, en: P. POUPARD (editor), *Science et foi*, Desclée, Tournai 1982, pp. 87-102.

SANGUINETI, J. J.: *La filosofia del cosmo in Tommaso d' Aquino*, Ares, Milano 1986.

SARANYANA, J. I.: *La creación «ab aeterno». Controversia de Santo Tomás y Raimundo Martí con San Buenaventura*, Scripta Theologica, 5 (1973), pp. 127-174.

- *Santo Tomás: «De aeternitate mundi contra murmurantes»*, Anuario Filosófico, 9 (1976), pp. 399-424

SAUNDERS, P. T.: *Una introducción a la teoría de catástrofes*, Siglo XXI, Madrid 1983.

SCHUSTER, H. G.: *Deterministic Chaos*, VCH Publishers, Weinheim, 1988.

SKLAR, L.: *Types of Inter-Theoretic Reduction,* The British Journal for the Philosophy of Science, 18 (1967), pp. 109-124.

SMITH, Q.: *The Uncaused Beginning of the Universe*, Philosophy of Science , 55 (1988), pp. 39-57.

- *A Natural Explanation of the Existence and Laws of Our Universe*, Australasian Journal of Philosophy, 68 (1990), pp. 22-43.

SMOLUCHOWSKY, R.: *El sistema solar*, Prensa Científica-Labor, Barcelona 1986.

SPINOZA, B.: *Etica demostrada según el orden geométrico*, Acervo Cultural, Buenos Aires 1977.

STEENBERGHEN, F. van: *La cinquième voie, «ex gubernatione rerum»*, en: L. ELDERS (editor), *Quinque sunt viae*, Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 1980, pp. 84-108.

STEIN, D.: *Vidrios de espines*, Investigación y Ciencia, nº 156, septiembre 1989, pp. 24-31.

SWINBURNE, R.: *The Argument fron Design*, en: J. HOUSTON (editor), *Is it reasonable to believe in God?*, The Handsel Press, Edinburgh 1984, pp. 53-67.

- *The Existence of God*, Clarendon Press, Oxford 1989.

THOM, R.: *D' un modèle de la science à une science des modèles*, Synthèse 31 (1975), pp. 359-374.

- *Parábolas y catástrofes*, Tusquets, Barcelona 1985.
- *Estabilidad estructural y morfogénesis*, Gedisa, Barcelona 1987.

TOMÁS DE AQUINO: *De veritate*, en: *Quaestiones disputatae*, vol. I, Marietti, Turín-Roma 1964.

- *De potentia*, en: *Quaestiones disputatae*, vol. II, Marietti, Turín-Roma 1953.
- *Suma Teológica*, Marietti, Turín-Roma 1962.
- *Suma contra los gentiles,* Marietti, Turín-Roma 1961.

- *Comentario a la Física,* Marietti, Turín-Roma 1954.
- *Comentario a la Metafísica,* Marietti, Turín-Roma 1950.
- *Comentario al evangelio de San Juan*, Marietti, Turín-Roma 1952.
- *Comentario al Símbolo de los Apóstoles*, Marietti, Turín-Roma 1954.
- *Comentario a las Sentencias*, edición Vivès, París 1882.

TURING, A. M.: *¿Puede pensar una máquina?*, Cuadernos Teorema, Departamento de Lógica y Filosofía de la ciencia, Universidad de Valencia 1974.

VICENTE BURGOA, L.: *El problema de la finalidad*, Universidad Complutense, Madrid 1981.

WÄCHTERHÄUSER, G.: *Light and Life: On the Nutritional Origins of Sensory Perception*, en: G. RADNITZKY~W. W. BARTLEY III (editores): *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the Sociology of Knowledge*, Open Court, La Salle (Illinois) 1988, pp. 121-138.

WASHBURN, S. L.: *La evolución de la especie humana*, en: AA. VV.: *Evolución*, Labor, Barcelona 1982, pp. 127-137.

WEISS, P.: *Some Paradoxes Relating to Order*, en: P. G. KUNTZ (editor): *The Concept of Order*, The University of Washington Press, Seattle-London 1968, pp. 14-20.

WESTFALL, R. S.: *Newton and Order*, en: P. G. KUNTZ (editor): *The Concept of Order,* The University of Washington Press, Seattle-London 1968, pp. 77-88.

WHITEHEAD, A. N.: *Process and Reality. An Essay in Cosmology,* Harper & Row, New York 1960.

WOODCOCK, A.~DAVIS, M.: *Teoría de las catástrofes*, Ediciones Cátedra, Madrid 1986.

ÍNDICE DE AUTORES

Agazzi, E.: 20, 377.
Agustín, San: 290.
Amselek, P.: 42, 43, 298.
Anaxágoras: 291, 292.
Anaximandro: 287, 288, 290, 291, 292.
Anaxímenes: 291.
Aristóteles: 20, 38, 40, 68-74, 142-145, 152-156, 183-187, 193-194, 214, 275, 290-291, 293-295, 336, 342-343, 361, 390, 398, 406, 412-413, 419-421, 440, 495.
Arnold, V. I.: 112.
Artigas, M.: 18, 19, 32, 42, 118, 119, 278, 309, 342, 377, 381, 391.
Atkins, P. W.: 277, 432-433.

Bacon, F.: 25.
Barbour, I. G.: 377, 378, 379, 383.
Bergé, P.: 115.
Bergson, H.: 20, 80-81, 149, 183, 191-193, 194, 195, 201, 445.
Bertalanffy, L. von: 162, 163.
Bhaskar, R.: 348, 351.
Boltzmann, L.: 257, 259.
Boyer, T. H.: 430.
Bresch, C.: 40, 41, 131.
Brooke, J. H.: 386.
Bruce , A.: 103.
Bunge, M.: 484-488, 490.

Capelle, W.: 287, 288, 289, 291.
Carnot, S.: 256.
Carroll, W. E.: 381, 429.
Casanovas, J.: 379.
Celada, A.: 101.
Cencillo, L.: 457.
Cicerón: 290.
Clarke, W. N.: 379, 386, 408-409, 443.
Clausius, R. E. J.: 256.
Comte, A.: 318.
Craig, W. L.: 381, 429.
Crutchfield, J. P.: 114.
Cruz Cruz, J.: 36.

Choza, J.: 15.

Darden, L.: 118.
Darwin, C.: 274, 471.
Davies, M.: 112.
Davies, P.: 28, 136, 277, 303, 381, 430-432.
Dawkins, R.: 274-277, 299, 300.
Demócrito: 162, 288.
Denifle, H.: 342.
Descartes, R.: 75-76, 146, 183, 187-189, 422, 490.
Diels, H.: 287.
Diógenes de Apolonia: 291-292.
Duquesne, M.: 391.

Eccles, J. C.: 473.
Egidi, R.: 492.
Einstein, A.: 77, 225, 250.
Elders, L.: 391.
Emerton, N. E.: 38.
Epicuro, 162.
Esquível, J.: 457.

Farmer, J. D.: 114.
Feigenbaum, E. A.: 475.
Feigl, H.: 483.
Fraassen, B. C. van: 298.
Freud, S.: 472.
Friedman, K.: 118.
Fulcher, L. P.: 430.

Galileo: 213.
García-Ruiz, J. M.: 103.
Gibson, Q.: 346-347.
Gleick, J.: 114.
Gould, S. J.: 472.
Greene, J. C.: 301.
Griffin, D. R.: 443-444.

Hacking, I.: 351.
Haken, H.: 108, 110.
Happ, H.: 457.
Harré, R.: 348-351.
Hartmann, N.: 115, 116, 150-159, 169, 170, 183, 196-198, 200, 205, 353.
Hartshorne, C.: 443, 444.
Heisenberg, W.: 78, 242.
Heráclito: 288, 289, 292.
Hubble, E.: 225.
Hübner, K.: 378, 442.

Jacob, F.: 402.
Jaeger, W.: 287, 289, 290, 291.
Jaki, S. L.: 381, 384, 466, 474.

Kanitscheider, B.: 119.
Kant, I.: 150, 158, 183, 190-191, 196, 292, 298, 353, 355, 423-424, 434.
Kelvin, Lord: 256.
Kepler, J.: 213.
Kirk, G. S.: 288, 289, 290.
Klein, A.: 430.
Kowalczyk, S.: 391.
Kuhn, H.: 232.
Kuhn, T. S.: 209, 342, 343.

Ladrière, J.: 419.
Laks, A.: 292.
Laudan, L.: 385.
Lavoisier, A. L.: 255.
Leibniz, G. W.: 20, 33, 34, 440.
Lemaître, G.: 225.
Leplin, J.: 385.
Leszl, W.: 457.
Leucipo: 288.
Locke, J.: 193.
Lorenz, E.: 113.
Lucrecio Caro: 162.

Mandelbrot, B.: 114.
Mansion, A.: 70.
Marcos, A.: 260, 356.
Maull, N.: 118.
Maxwell, J. C.: 257.
May, E.: 83, 85.
McCarthy, J.: 474.
McCorduck, P.: 475.
McMullin, E.: 386, 457.
Millán Puelles, A.: 34, 437, 438.
Monod, J.: 354-356.
Moravec, H.: 477-479.
Morin, E.: 266-269.
Moulines, C. U.: 457.
Murphy, N.: 389.

Nagel, E.: 118.
Newton, I.: 213, 225, 296.
Nicolis, G.: 28.

Oliva, T. A.: 162.

Packard, J. D.: 114.
Parente, P.: 391.
Pearce Williams, L.: 38.
Penrose, R.: 480.
Pilbeam, D.: 468.
Planck, M.: 256.
Plantinga, A.: 386.
Platón: 289, 419.
Polkinghorne, J. C.: 380-383.
Pomeau, Y.: 115.
Popper, K. R.: 20, 42, 79, 472, 476, 477, 489-495.
Prevosti, A.: 73, 336, 337.
Prigogine, I.: 106, 108.
Primas, H.: 119.

Quevedo, A.: 73.

Robbins, S. S.: 162.
Russo, F.: 379.

Sanguineti, J. J.: 233.
Saranyana, J. I.: 434.
Saunders, P. T.: 112.
Schuster, H. G.: 115.
Sklar, L.: 118.
Smith, Q.: 277, 382, 387.
Smoluchowsky, R.: 228.
Spinoza, B.: 353.
Steenberghen, F. van: 391.
Stein, D.: 181.
Stengers, I.: 108.
Swinburne, R.: 386, 387, 410-414.
Szilard, L.: 258.

Takens, F.: 113.
Tales: 289.
Tempier, E.: 342.
Thom, R.: 111, 112, 402.
Tomás de Aquino: 20, 183, 184, 186-187, 390-392, 395, 396, 398, 399, 406, 407, 412, 413, 415-417, 420-421, 434-435, 495.
Turing, A. M.: 476, 477.
Vicente Burgoa, L.: 391.
Vidal, C.: 115.

Wächterhäuser, G.: 272.
Wallace, D.: 103.
Washburn, S. L.: 468.
Weiss, P.: 270.
Westfall, R. S.: 297.
Whitehead, A. N.: 183, 193-195, 201, 377, 443, 444.
Wilson, K.: 104.
Woodcock, A.: 112.

ÍNDICE DE MATERIAS

Accidente: 178, 183, 184, 185, 203.

Actividad natural: 23-85,

— y substancia: 193-195.

— *ver* dinamismo.

Acto: 154-156, 185, 416, 419, 440, 502.

— actualización de potencialidades: 142-145.

— de ser: 186, 203.

Adaptación: 96, 121-123, 205-207.

Agregaciones: 167, 179, 185.

Alma: 188, 326, 328, 463, 472, 495, 496.

Analítica, perspectiva: 88-98, 123, 124, 144, 145, 163, 269, 365, 501, 502.

Analogía: 421.

— y substancia: 202-203.

Aniquilación: 27, 78, 428-429.

Antropocentrismo: 417-418, 501.

Antropomorfismo: 88, 125, 347, 452.

Argumento teleológico: 331, 353, 375, 390-395, 403, 404-406, 413, 424, 440.

Artificial: 447.

— caracterización de lo: 55-60.

— inteligencia: 474-480.

— según Aristóteles: 68-69.

Atomismo: 162-163, 173.

— mecanicista: 74.

Atomo: 27, 40, 41, 51, 126, 129-130, 177, 220, 267, 339, 408.

Atractores: 113-114.

Auto-creación: 195, 277-278, 381-382, 427-433.

Auto-organización: 28-29, 136-141, 261-263, 301-304, 329-330, 401, 405.

Autonomía de la naturaleza: 440-446.

Avogadro, número de: 216.

Azar: 275, 276, 298-304, 345, 366-367, 370, 392, 396, 401, 405, 408, 410, 415, 426, 439, 440, 446.

— factores aleatorios: 96, 265-271.

— según Aristóteles: 68, 70.

— y finalidad: 395-400.

— y necesidad: 395-400.

— *ver* caos.

Belusov-Zhabotinski, reacción de: 106-107, 261.

Bénard, inestabilidad de: 106, 261.

Bien: 294, 357-359, 373, 392-394, 396-397, 400, 413.

— y teleología: 415-418.

Biología: 100-101, 123-125, 353-354, 359.

— *ver* nivel biológico.

Campos de fuerzas: 216.

— *ver* interacciones; fuerzas.

Cantidad: 64, 314.

Caos: 47, 48, 232, 261, 265-267.

— determinista: 113-114, 243.

— *ver* azar.

Catástrofes, teoría de: 111-112.

Categorías:

— dimensionales y cosmológicas: 150-159.

— substancia como categoría básica: 199-200.

— *ver* substancia.

Causalidad: 216, 270, 275-276, 293, 295, 297, 306-307, 320, 331, 351, 396, 430.

— descendente: 164.

— y orden: 293-295.

Cibernética: 173.

Ciencia:

— límites de la: 316-317, 321.

— ontología de la: 378, 442-443.

— orden en la: 239-264.

— perspectiva analítica en la: 88-90.

— supuestos filosóficos de la: 39, 59, 240-241, 321, 351, 352, 360, 380, 383-385, 466, 467, 502.

— y conocimiento ordinario: 239-241.

— y creatividad: 464-467.

— y devenir: 146-149.

— y dinamismo: 26-29.

— y estructuración: 39-44.

— e inteligibilidad: 308-317.

— y metafísica: 376-389.

— y persona humana: 467-482.

— y trascendencia: 376-389.

Cientificismo: 317, 355, 379, 469.

Coeficientes: 248.

— metafísicos: 324, 325, 327, 334, 454, 455.

Complejidad: 137, 237.

Composición: 337.

— unidad de: 211.

Condiciones materiales: 327, 328, 371, 446, 454-456, 458, 460, 488-489, 494, 499, 500, 504.

Conocimiento:

— *ver* ciencia; conocimiento ordinario.

Conocimiento ordinario:

— y ciencia: 239-241.

— *ver* experiencia ordinaria.

Conservación, principios de: 253-255.

Constantes físicas: 246, 247.

— carga: 216, 251.

— de gravitación: 226, 251.

— de Planck: 226, 250-251.

— masa: 216, 251.

— número de Avogadro: 216, 251.

— universales: 226-227, 250-252.

— velocidad de la luz: 216, 250.

Construcciones científicas: 43, 46, 47, 191, 264, 311, 314, 352.

Contingencia: 283, 336, 343, 369, 371-373, 444.

— *ver* necesidad.

Control experimental: 39, 44, 316, 317, 465.

Cooperatividad: 28-29, 47, 108, 117-120, 140, 168, 212, 262-263, 330, 333, 354, 355, 357, 359, 366, 367, 370, 406, 407-410, 441, 444.

Corpúsculos: *ver* partículas.

Cosmología: 225, 381, 427.

Cosmos, puesto del hombre en el: 501-504.

Cosmovisión: 112, 320, 329-334, 502.

— aristotélica: 70, 73, 187, 341-343, 358, 501-502.

Creación: 186, 278, 381, 420, 428-429, 433-436, 463, 496.

— de partículas: 78.

— *ver* auto-creación.

Creatividad: 194, 223.

— científica: 464-467.

Cristalización: 28, 102-103.

Cristalografía: 38.

Cualidad, 320.

— *ver* disposición; forma; modo de ser; tendencia.

Cuerpo: 60-61, 188, 392-394, 495, 496.

Darwinismo: 96, 148, 300, 426, 494.

Desfase metodológico: 376-379.

Despliegue:
— de la información: 133-135.
— *ver* dinamismo.
Determinismo: 113-114, 270, 328, 364-365, 430.
— caos determinista: 113-114.
Devenir: 183, 336, 369, 444.
— ante la perspectiva científica: 146-149.
— substancialización del: 191-193.
Diacrónica, perspectiva: 29, 223-226.
— *ver* evolución.
Dimensiones:
— espacio-temporales: 36, 49.
— categorías dimensionales: 150-159.
— ontológicas: 147, 317, 321-323, 326-327, 360, 404, 454-456, 459, 461, 480, 491, 493, 497.
— metafísicas: 317, 324-328, 394, 441, 446, 455, 461, 480, 500.
Dinamismo: 163, 171, 176, 183, 201, 288, 301, 304, 322, 329-333, 369, 370, 372, 405, 410, 411, 438, 440, 441, 445-447, 452-453, 463, 479, 502.
— natural: 23-35, 51-52, 55, 58, 73, 94-96, 112, 120, 127, 128, 132, 140.
— original: 126.
— originario: 332.
— unidad del: 211.
— universalidad del: 29.
— y auto-organización: 136-141.
— y ciencias: 26-29.
— y direccionalidad: 352-361.
— y procesualismo: 77-82.
— *ver* entrelazamiento de dinamismo y estructuración.
Dios: 76, 186, 187, 204, 215, 294, 295, 325-327, 331, 353, 360, 364, 378, 386, 390-395, 406-409, 417, 418, 419-427, 436, 440, 445, 463, 491, 499-501, 503-504.
— *ver* argumento teleológico; trascendencia.

Direccionalidad: 99, 116-120, 135, 167, 213-218, 229, 289-292, 314, 322, 330, 333, 354, 366, 368, 370, 394, 402-403, 441, 444, 446, 502.

— y dinamismo: 352-361.

— *ver* finalidad.

Disposición: 132, 349, 350.

Dualismo: 488.

— interaccionismo: 489-495.

Duración: 200.

Elementos: 34, 47, 66-67, 177-178, 203, 438-439.

— según Aristóteles: 71-72.

Emergencia: 143-144, 163, 165, 167, 171, 195, 208, 224, 446, 471, 483-489, 493-494.

Emergentismo: 483-489, 490.

Empirismo: 190, 319, 339, 350.

Energetismo: 202.

— y naturaleza, 77-82.

Energía: 77, 78, 79, 104, 197, 428, 435.

Ente: 145, 184, 204.

— propiedades trascendentales del: 204.

— y substancia: 199-200.

— *ver* entidades; ser.

Entidades: 183.

— científicas: 339-340.

— microfísicas: 33.

— modo de ser de las: 336-345.

— naturales: 161-229, 464.

— *ver* partículas; sistemas.

Entrelazamiento de dinamismo y estructuración: 48-51, 52, 73, 132, 168, 331-332, 405, 447, 453, 461.

— gradualidad del: 56-57.

Entropía: 104, 256-260.

Epistemología:

— y naturaleza: 82-85.

— *ver* verdad científica.

Equilibrio: 30-31, 50, 122, 123, 173, 201, 202, 268, 347.

— dinámico: 95.

— estático: 95.

— e interacciones: 94-97.

Equivalencia masa-energía: 77.

Esencia:

— esencialismo: 340.

— y substancia: 184-187.

— *ver* modo de ser.

Espacio-temporal: 64.

— *ver* condiciones materiales.

Espacio: 64, 150, 151, 236-237, 320, 371, 427, 431-432, 435, 441, 453, 458, 463.

Espíritu: 301, 317, 320, 325-326, 449, 450, 500.

Espiritualidad: 451-460.

— en Bergson: 193.

— humana: 460-464.

Estadística:

— de Bose-Einstein: 138, 246.

— de Fermi-Dirac: 138, 246.

Estado estacionario: 173.

Estratificación de la naturaleza: 90-94, 208-210.

Estructura: 115, 122, 163, 164, 219, 329, 332, 340.

— y pautas: 44-46.

— *ver* estructuración; pautas.

Estructuración: 52-53, 112, 116, 132, 140, 167, 171, 176, 183, 236-238, 287, 331, 337, 340, 357, 405, 438, 441, 447, 453.

— alcance de la: 46-48.

— en la experiencia ordinaria: 37-39.

— en las ciencias: 39-44.

— *ver* entrelazamiento de dinamismo y estructuración; estratificación de la naturaleza.

Eternidad: 215, 345.

Evidencia: 481.

Evolución: 29, 135, 193-195, 223-226, 409-410, 426-427, 467-473, 492, 494, 503.

— y orden: 298-301.

— y origen del hombre: 467-473.

Experiencia ordinaria: 31, 90-91, 172, 285, 410, 442.

— dinamismo en la: 25-26.

— estructuración en la: 37-39.

— *ver* conocimiento ordinario.

Experimentación: 89, 182, 296.
— *ver* control experimental.
Explicación:
— científica: 315-316.
— del orden natural: 286-304.
— teleológica: 389-418.
Extensión: 60, 187-189.

Fenómeno: 190.
Filosofía de la naturaleza: 321, 323, 423, 442.
Finalidad: 88, 89, 163, 165-166, 203, 214, 219, 221-222, 294, 302, 335, 345, 352-361, 389-418, 438-439.
— actuación de la: 400-404.
— cooperativa: 407-410.
— y azar: 69, 395-400.
— y necesidad: 395-400.
— *ver* argumento teleológico; azar; cooperatividad; direccionalidad; necesidad; teleología; tendencias.
Física: 101-105, 206-207.
— clásica: 217.
— cuántica: 217.
— y metafísica: 419-421.
Forma: 69, 88, 89, 156, 170, 186, 189, 203, 214, 224, 293, 302, 322, 335-345, 352, 362, 369-370, 372, 404, 419, 454, 457-458, 497-498.
— a priori, 190.
— *ver* hilemorfismo; modo de ser.
Fractales: 114.
Fuerza: 91, 133, 177, 216, 303, 332, 422.
— *ver* interacción.
Función: 146, 244-246.
Fundamento de la naturaleza: 325-327, 333, 362, 374, 399, 419-446, 454.

Gran explosión: 225.
Gravedad cuántica: 427-428.
Grupo de renormalización: 104.

Hilemorfismo: 457.
— y hombre: 495-500.
— *ver* forma; materia.
Hilozoísmo: 289, 442.

Holismo: 50, 99, 112, 116-120, 162-164, 167, 173, 217, 340, 369, 502.

Hombre: 301, 358, 373, 417.

— características: 448-451.

— espiritualidad: 460-464.

— origen: 467-473.

— puesto en el cosmos: 285-286, 501-504.

— singularidad: 58-59, 448-467.

— y animal: 471-472.

— y ciencia: 481-482.

— y máquinas: 481-482.

— y naturaleza: 447-504.

— *ver* dualismo; hilemorfismo; materialismo; persona.

Homeostasis: 173.

Indeterminismo:

— *ver* determinismo.

Indice metafísico: 326.

Individualidad: 171-172.

Inercia: 190.

— principio de: 76.

— *ver* inerte, materia.

Inerte, materia: 28, 29-31, 50.

Información: 123-128, 131-132, 140-141, 144, 235, 258-260, 301-302, 329, 373, 444, 458.

— despliegue de la: 133-135.

— original: 127.

— teoría de la: 123.

— y orden: 301-304.

Inmaterialidad: 451-460.

Inmortalidad: 464.

Inmutabilidad: 340, 345.

Inteligencia: 306, 450, 475, 477.

— artificial: 474-480.

— extraterrestre: 503.

— inconsciente: 141, 331, 333, 452.

— según Bergson: 191-192.

— y naturaleza: 437-440.

Inteligibilidad: 186-187, 190, 293, 343-345, 351, 373, 383, 445, 504.

— de la naturaleza: 305-374.

— en las ciencias: 321-335.

— tipos de: 305-321.

Intencionalidad: 481.

Interacción: 66, 122, 123, 143.
— fundamentales: 128-130, 211-213, 266.
— y equilibrios: 94-97.
Interaccionismo: 489-495.
Intersubjetividad: 312, 377, 388.

Jerarquía:
— de niveles: 163, 165, 358.
— y orden natural: 284-286.
— *ver* niveles.

Láser: 109.
Leyes: 42, 295-298.
— de conservación: 221.
— de máximos y mínimos: 221.
— y teleología: 410-414.
— *ver* principios.
Libertad: 317, 320, 449.
Lugar natural: 71.

Magnitud: 146, 221, 244, 296, 311-312.
Mal:
— y teleología: 415-418.
— *ver* bien.
Masa: 77, 428.
Materia: 38, 63, 263, 337, 371, 419, 428-429, 435.
— auto-organización de la: 136-141.
— inerte: 29-31.
— según Descartes: 187-189.
Materialidad: 451-460.
Materialismo: 166, 456-457, 470, 473.
— emergentista: 483-489.
Mecánica:
— clásica: 89, 245.
— cuántica: 138.
— estadística: 256, 257, 259.
Mecanicismo: 33, 79, 80, 93, 108, 146-148, 163, 188-189, 192, 223, 337, 340, 421-422, 452, 470, 501.
— y naturaleza: 74-76, 213-218.
Metafísica: 166, 204, 356, 360, 362, 399, 404, 409.
— dimensiones metafísicas: 324-328.
— y ciencia: 376-389.
— y física: 419-421.

Método:
— científico: 88-90.
— desfase entre ciencia y metafísica: 376-379.
Microfísica: 32, 137-139.
— *ver* nivel microfísico; partículas.
Mítica, perspectiva: 378-379, 442.
Modelización: 128-132, 235, 329, 333, 370.
Modo de ser: 185, 203, 317, 322, 337-339, 347, 350-352, 362, 371-372, 393, 404, 423, 457, 497.
— de las entidades naturales: 336-345.
— *ver* forma.
Moléculas: 27, 40, 41, 92, 126, 129-130, 220.
— macromoléculas biológicas: 41, 92, 178.
Morfogénesis: 99-105, 121, 122, 338, 357.
— *ver* teorías morfogenéticas.
Movimiento:
— cantidad de: 75, 189.
— eternidad del: 420.
— natural: 71.
— según Aristóteles: 142-145, 152-157.
— según Bergson: 80-81, 148-149.
— según el mecanicismo: 146-148.
— según Hartmann: 151-159.
Multiplicidad: 336, 369, 370, 444.

Nada: 429.
Natural: 441, 447.
— actividad: 23-85.
— caracterización de lo: 52, 59.
— lo artificial y lo racional: 55-60.
— lo originario: 66-67.
— procesos naturales: 87-159.
— propiedades de lo: 60-65.
— lugar: 71.
— *ver* naturaleza.
Naturaleza: 293, 336, 347-349, 352, 373, 393, 397, 406, 502-504.
— autonomía de la: 440-446.
— como sistema: 205-229.
— concepto de: 48-67.
— concepto extensivo: 52.

— concepto intensivo: 52.
— consistencia de la: 323.
— construcción de la: 121-141.
— dimensiones metafísicas: 324-328.
— dimensiones ontológicas: 321-323.
— estratificación de la: 90-94, 208-210.
— explicación teleológica de la: 389-418.
— fundamentación radical de la: 173, 419-446.
— gradación de la: 446.
— inteligibilidad de la: 305-374.
— necesidad de la: 361-369.
— origen de la: 223-226.
— según Aristóteles: 38, 68-74.
— según el dinamismo: 77-82.
— según el energetismo: 77-82.
— según el mecanicismo: 74-76.
— ser de la: 335-374.
— singularidad de la: 226-229.
— unidad de la: 211-213, 369-374.
— y epistemología: 82-85.
— y hombre: 447-504.
— e inteligencia: 437-440.
— y trascendencia: 375-446.
— *ver* entidades naturales; orden; procesos naturales.

Naturalismo: 223, 354, 360, 377-378, 387, 425-436, 442-443, 456, 467, 469-470, 473, 480, 503.

Necesidad: 307, 315, 328, 335-336, 340, 350, 369, 405, 444.
— de la naturaleza: 361-369, 372-374.

Neopositivismo: 318-319.

Nivel: 405.
— astrofísico: 92-93, 205, 207, 280.
— biológico: 28, 92, 100-101, 107, 136-137, 172, 173, 178, 205, 207, 281, 284, 401.
— continuidad de los niveles: 168, 208, 212.
— de estructuración: 127.
— epistemológico: 118, 205-207.
— estratificación de los niveles: 208-210.

— físico: 91, 205, 207, 281-282, 284.
— físico-químico: 28-29, 93, 101-105, 107, 401.
— geológico: 92, 93, 205, 207, 280.
— gradación de los niveles: 208, 212.
— jerarquía de los niveles: 163, 165, 212.
— macrofísico: 175.
— mesofísico: 175.
— metafísico: 203.
— microfísico: 26-28, 91-92, 173, 177, 207.
— ontológico: 205-207.
— químico: 92-93, 173-174, 177, 205, 207, 281-282, 284.

Objetividad: 88, 355.
— *ver* intersubjetividad.
Ontología: 166, 206, 296, 320, 357, 360, 404.
— dimensiones ontológicas: 321-323.
— verdad ontológica: 334-335.
Orden: 44, 46, 47, 181-182, 303-304, 320, 330, 351, 359, 372-373, 407-411, 436, 438, 439, 444.
— definición: 232-236.
— en las ciencias: 239-264.
— explicación del: 286-304.
— factores aleatorios: 265-271.
— génesis del: 107, 108, 139, 270-277, 301-302.
— natural: 42, 53, 231-304.
— principio dinámico del: 303-304.
— singularidad del: 279-284.
— tipos: 236-238.
— y evolución: 298-301.
— y jerarquía: 284-286.
— y leyes: 295-298.
— y selectividad: 271-279.
— *ver* auto-organización; información.
Organicismo: 195, 213-218.
Organización, 163-165, 167, 233-235, 237, 260, 330, 340, 359, 458-459.
Origen:
— de la ciencia: 384.
— de la naturaleza: 223-226.

— del hombre: 467-473.

Originario, lo: 66-67.

Panpsiquismo: 452-453.

Panteísmo: 195, 431-432, 443, 452.

Parámetros: 246-252.

Participación: 203.

Partículas: 26-27, 78, 79, 91-92, 125-126, 128-129, 133, 134, 138, 141, 177, 219, 267-268, 313, 332, 408, 428-429.

Pautas: 40, 41, 96, 97, 122-125, 130, 132, 134-135, 181, 235, 237, 263, 301-302, 322, 329, 357, 366-367, 370, 373, 405, 447, 453, 458, 502.

— estructurales: 35-48.

— informacionales: 126-127, 208-210.

— *ver* estructuras.

Persistencia: 193.

— y substancia: 196-198, 200-202.

Persona: 325-326, 328, 374, 446, 461, 504.

— características: 448-451.

— y ciencia: 467-482.

— *ver* hombre.

Perspectiva:

— analítica: 88-98.

— ascendente: 459.

— descendente: 459.

— sintética: 98-120.

Plasma: 179.

Positivismo: 318-319.

Potencia: 154, 156, 368-370, 404-405, 419, 502.

— actualización de potencialidades: 142-145.

— y tendencias: 345-352.

Predeterminación central: 169-170, 198, 295.

Presocráticos:

— y orden: 286-292.

Principio:

— antrópico: 227-228, 363-364, 382.

— de Carnot: 256.

— de conservación: 245, 253-255.

— de exclusión: 219-220.

— de indeterminación: 242-243.

— de inercia: 76, 189.

— de la termodinámica: 221.

— de máximos y mínimos: 245.
— de simetría: 245, 253-255.
Procesos: 183.
— explicación de los procesos naturales: 141-159.
— irreversibles: 106-108.
— naturales: 87-159.
— tipos de procesos naturales: 121-123.
Procesualismo: 213-218.
— y substancia: 196-198, 200-202.
Propensión: 349.
— *ver* tendencias.
Propiedades: 339.
Providencia: 359.
Punto crítico, fenómenos de: 103-105.

Química: 101-105, 178, 207.
Quinta vía: 390-395, 411.

Racional:
— y lo natural: 55-60.
— y lo necesario: 65.
Racionalidad: 316, 320, 436.
Realismo: 240, 334-335, 347, 351, 384-385, 436.
— *ver* ciencia, supuestos filosóficos de la.
Reducción: 173.
Reduccionismo: 117-120, 163, 299-300, 432, 467, 473, 477, 480, 486-488, 490.
— epistemológico: 117-119.
— metodológico: 209-210.
— ontológico: 117, 119, 209-210.
Regularidad: 39, 42, 233, 236, 265, 410-413.
Relaciones funcionales: 244-246.
Relatividad general: 225.
Replicación: 115-116, 121, 122.
Retroacción: 173.
Robot: 477-479.

Selección natural: 271-277, 299, 408, 426, 492.
Selectividad: 219, 246.
— y orden: 271-279.
Sensible: 61-62.

Ser: 183, 333, 336, 352, 358, 369, 373, 393, 413, 444, 481, 497-498.

— propiedades trascendentales: 232.

— consistencia: 455.

— y substancia: 184-187, 203-205.

— *ver* acto de ser; ente; entidades; modo de ser; participación; potencia; substancia.

Simetría: 253-254, 332.

— principios de: 253-255.

Sincrónica, perspectiva: 29, 332.

Sinergética: 108-110.

Singularidad: 263.

— de la naturaleza: 45, 226-229.

— del hombre: 448-467.

— del orden natural: 279-284.

Sintética, perspectiva: 98-120, 123, 125, 144, 163.

Sistema: 96, 348.

— centrales: 168-176, 187, 340, 357, 369, 497.

— de orden: 167,180.

— naturales: 161-182.

— noción: 161-162.

— secundarios: 178-182.

— unitarios: 167-168, 175, 338.

— *ver* teoría de sistemas.

Sistematización: 121-123.

Situaciones: 179, 181.

Substancia: 170, 178, 183-205, 297, 320, 393, 489, 496.

— analogía: 202-203.

— ente primero: 199-200.

— según Aristóteles: 184-187.

— según Bergson: 191-193.

— según Descartes: 187-189.

— según Hartmann: 196-198.

— según Kant: 190-191.

— según Whitehead: 193-195.

— significado metafísico: 203-205.

— y persistencia: 200-202.

Superconductividad: 137.

Superfluidez: 28,137.

Teleología: 153-156, 289-292, 320, 346-347, 359-360, 389, 439.

— y bien: 415-418.

— y leyes: 410-414.

— y mal: 415-418.

— y naturaleza: 389-418.

— *ver* argumento teleológico; finalidad.

Temperatura: 137, 138, 180, 249.

Tendencia: 34, 108, 119, 132, 169, 215, 218, 221, 246, 263, 301-302, 314, 345-352, 354-355, 357, 359, 366, 397, 400-402, 416-417, 438, 441, 444.

— *ver* direccionalidad; finalidad.

Teología natural: 204, 277, 289-290, 375-446.

— *ver* argumento teleológico; Dios.

Teoría:

— científica: 31-32, 42.

— de catástrofes: 111-112, 181, 402.

— de la identidad: 483.

— de la información: 123, 256-260.

— de sistemas: 162-166.

— de unificación: 47-48, 211-213, 332.

— morfogenética: 28, 105-114, 139, 224.

Termodinámica: 245, 256-259, 261.

— de procesos irreversibles: 106-108.

— segundo principio de la: 221.

Tiempo: 64, 150, 151, 190, 236-237, 297-298, 320, 371, 427, 431-432, 435, 441, 453, 458, 463.

Transiciones de fase: 28, 101-102, 139, 249-250.

Trascendencia:

— y ciencia: 376-389.

— y naturaleza: 375-446.

Unidad: 112, 120, 171-172, 322, 336, 369, 444.

— de composición: 211, 214, 287.

— de continuidad: 212.

— de cooperación: 212.

— de dinamismo: 211, 214.

— de la naturaleza: 29, 211-213, 332, 369-374, 502.

Universo:
— edad del: 225, 433.
— expansión del: 225.
— eternidad: 434-435.
— origen del: 320.
— unicidad: 283.

Vacío: 429-430, 435.
Verdad:
— científica: 32, 42, 43, 84, 308-313, 315, 388-389.
— lógica: 334.
— ontológica: 334-335.
Vida:
— extraterrestre: 228-229.
— *ver* nivel biológico.
Violencia: 72.
Virtualidades: 51, 169.
— *ver* potencia.
Vivientes: 115-116, 372.
— *ver* nivel biológico.